



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103206199 A

(43) 申请公布日 2013. 07. 17

(21) 申请号 201310129098. 6

(22) 申请日 2013. 04. 15

(71) 申请人 中国石油大学(华东)

地址 266580 山东省青岛市经济技术开发区
长江西路 66 号

(72) 发明人 王志远 孙宝江 郭艳利 柯珂

(74) 专利代理机构 北京汇泽知识产权代理有限公司 11228

代理人 张瑾

(51) Int. Cl.

E21B 43/247(2006. 01)

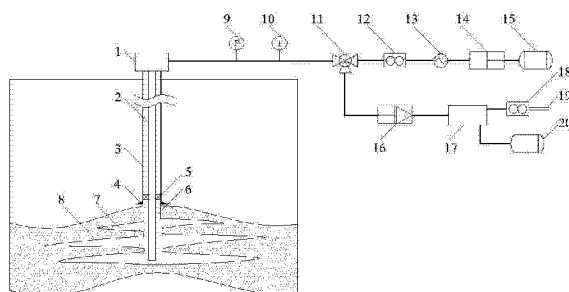
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

热流体压裂开采天然气水合物装置及方法

(57) 摘要

本发明属于非常规油气开采技术领域,具体地,涉及一种热流体压裂开采天然气水合物装置及方法。热流体压裂开采天然气水合物的装置,包括压裂液注入系统、天然气开采系统和井眼系统;压裂液注入系统用于提供高压热流体压裂液,并注入井眼系统;天然气开采系统用于控制水合物储层与地面压差,实现水合物的降压开采;井眼系统用于打开水合物储层,并引导流体流入或流出储层。热流体压裂开采天然气水合物的方法,采用上述装置,本发明能够结合多种水合物开采方法共同使用,提高了水合物开采效率,是一种非常具有前景的水合物开采方法。



1. 一种热流体压裂开采天然气水合物装置,包括压裂液注入系统、天然气开采系统和井眼系统;其特征在于:三通阀门的三个端口分别通过管线与压裂液注入系统、天然气开采系统、井眼系统连接;压裂液注入系统用于提供高压热流体压裂液;天然气开采系统实现水合物的降压开采;井眼系统用于打开水合物储层;三通阀门用于改变介质流向。

2. 根据权利要求1所述的热流体压裂开采天然气水合物装置,其特征在于:压裂液注入系统包括第一储液罐、增压泵、加热系统、液体流量计,第一储液罐、增压泵、加热系统、液体流量计通过管线连接。

3. 根据权利要求1-2所述的热流体压裂开采天然气水合物装置,其特征在于:天然气开采系统包括卸压装置、气液分离罐、气体流量计、输气管线和第二储液罐;卸压装置通过管线与气液分离罐连接;气液分离罐的出气口通过气体流量计与输气管线连接,气液分离罐的出液口与第二储液罐连接。

4. 根据权利要求1-3所述的热流体压裂开采天然气水合物装置,其特征在于:井眼系统包括压裂管柱、井筒和井口装置;压裂管柱通过井口装置固定在井筒内。

5. 根据权利要求1-4所述的热流体压裂开采天然气水合物装置,其特征在于:三通阀门的一端通过管线与压裂液注入系统的液体流量计连接,一端通过管线与天然气开采系统的卸压装置连接,一端通过管线与井眼系统的温度计连接,三通阀门与井口连接的管线上设有温度计、压力计。

6. 根据权利要求1-5所述的热流体压裂开采天然气水合物装置,其特征在于:热流体介质为水或化学药剂,化学药剂为水合物抑制剂。

7. 一种热流体压裂开采天然气水合物方法,采用权利要求1-6所述的热流体压裂开采天然气水合物装置,其特征在于:

- (1)、建立热流体压裂开采天然气水合物的井筒;
- (2)、装配热流体压裂开采天然气水合物的装置;
- (3)、实施天然气水合物的热流体压裂开采。

8. 根据权利要求7所述的热流体压裂开采天然气水合物方法,其特征是,建立热流体压裂开采天然气水合物的井眼的方法为:在天然气水合物藏区域钻垂直井眼,在钻至水合物储层上方时,停钻下入套管固井,而后钻穿水合物储层,裸眼完井。

9. 根据权利要求7-8所述的热流体压裂开采天然气水合物方法,其特征是,装配热流体压裂开采天然气水合物的装置的方法为:①装配压裂液注入系统:把第一储液罐、增压泵、加热系统、液体流量计依次通过管线连接;

②装配天然气开采系统:把卸压装置通过管线与气液分离罐连接;把气液分离罐的出气口通过气体流量计与输气管线连接、出液口与第二储液罐连接;

③装配井眼系统:压裂管柱通过井口装置固定在井筒内,并通过封隔器坐封;

④把三通阀门的三个端口通过管线分别与液体流量计、卸压装置、井口装置相连,在三通阀门与井口装置相连的管线上设置温度计和压力计。

10. 根据权利要求7-9所述的热流体压裂开采天然气水合物方法,其特征是,实施天然气水合物的热流体压裂开采的方法为:

①调节三通阀门,转到压裂液注入系统,通过压裂液注入系统的增压泵和加热系统产生高压热流体,并沿压裂管柱注入井眼内;

②通过压裂液注入系统的增压泵和液体流量计分别控制注入热流体的压力和流量,在裸眼井段产生水力压裂裂缝;

③关井若干天,使注入的热流体与水合物储层进行充分的热交换,促使近缝储层的水合物分解;

④进行水合物的降压开采:调节三通阀门,转到天然气开采系统,通过卸压装置卸压,在地层压力的作用下,水合物储层分解产生的天然气和水流经裂缝沿井眼内的压裂管柱回流至地面,通过气液分离罐进行分离,产出水进入第二储液罐,产出气进入输气管线;

⑤通过天然气开采系统的气体流量计确定产量降低比较低的值时,停止开采;调节三通阀门,转到压裂液注入系统,重新向裂缝内注入热水,关井若干天,再次开采。

热流体压裂开采天然气水合物装置及方法

技术领域

[0001] 本发明属于非常规油气开采技术领域,具体地,涉及一种开采天然气水合物装置及方法。

背景技术

[0002] 随着我国经济发展对油气能源需求量的急剧增长以及油气能源新战略的实施,油气勘探开发领域不断扩展,从常规油气资源逐渐向非常规天然气资源转移。天然气水合物作为一种潜在的能源具有广阔的前景和发展空间。据统计,海底天然气水合物的分布范围占海洋总面积的 10%,相当于 4000 万平方公里,是迄今为止海底最有价值、最具前景的能源,足够人类使用 100 年。有科学家预测:天然气水合物蕴藏量相当于目前世界能源销售量的 200 倍,对缓解人类面临的能源枯竭危机具有举足轻重的作用。我国仅南海陆坡和海槽沉积物中的水合物蕴藏量就可达 37.5 亿吨油当量,能够满足我国今后数百年的能源需求。美国和日本已提出准备在 2015 年前后进行天然气水合物的商业性开采。国务院于 2006 年 1 月颁发了《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006 ~ 2020 年)》和《国务院关于加强地质工作的决定》,大力支持天然气水合物的勘探开发研究工作。

[0003] 目前,国际上天然气水合物的开采方法主要包括热激法、降压法、注化学药剂法、CO₂ 置换法及固体开采法。由于天然气水合物以固态胶结物的形式充填于沉积物孔隙中,其传热传质效率相对于常规油气藏要低得多,且受制于有限的井筒与储层接触面积,使得以上方法开采水合物藏的分解周期长,且往往伴随着大量的热量损失,开采效率受到限制。本发明提出一种新的天然气水合物开采方法——热流体压裂开采天然气水合物方法,该方法可极大地扩展产出通道与储层的接触面积,提高导流能力和传热传质效率,且可以将热激法、降压法及注化学药剂法结合在其中一并使用,充分发挥各自的优势,提高了开采效率,是一种非常具有前景的水合物开采方法。

发明内容

[0004] 为克服现有技术所存在的缺陷,本发明提供一种热流体压裂开采天然气水合物装置及方法,用于提高天然气水合物储层的导流能力与传热传质特性,实现天然气水合物的热流体压裂和降压开采过程。

[0005] 为解决上述技术问题,本发明所采用的技术方案如下:

一种热流体压裂开采天然气水合物装置,包括压裂液注入系统、天然气开采系统和井眼系统;其特征在于:三通阀门的三个端口分别通过管线与压裂液注入系统、天然气开采系统、井眼系统连接;压裂液注入系统用于提供高压热流体压裂液;天然气开采系统实现水合物的降压开采;井眼系统用于打开水合物储层;三通阀门 11 用于改变介质流向。

[0006] 优选地,压裂液注入系统包括第一储液罐、增压泵、加热系统、液体流量计,第一储液罐、增压泵、加热系统、液体流量计通过管线连接。

[0007] 优选地,天然气开采系统包括卸压装置、气液分离罐、气体流量计、输气管线和第

二储液罐；卸压装置通过管线与气液分离罐连接；气液分离罐的出气口通过气体流量计与输气管线连接，出液口与第二储液罐连接。

[0008] 优选地，井眼系统包括压裂管柱、井筒和井口装置；压裂管柱通过井口装置固定在井筒内。

[0009] 优选地，三通阀门的一端通过管线与压裂液注入系统的液体流量计连接，一端通过管线与天然气开采系统的卸压装置连接，一端通过管线与井眼系统的温度计连接，三通阀门与井口连接的管线上设有温度计、压力计。

[0010] 优选地，热流体介质为水或化学药剂，化学药剂为水合物抑制剂，水合物抑制剂为质量浓度为 10%-25% 的乙二醇水溶液。

[0011] 热流体压裂开采天然气水合物方法，采用上述的热流体压裂开采天然气水合物装置，其特征在于：

- (1)、建立热流体压裂开采天然气水合物的井筒；
- (2)、装配热流体压裂开采天然气水合物的装置；

优选地，建立热流体压裂开采天然气水合物的井眼的方法为：在天然气水合物藏区域钻垂直井眼，在钻至水合物储层上方 10m 以内时，停钻下入套管固井，而后钻穿水合物储层，裸眼完井。

[0012] 优选地，装配热流体压裂开采天然气水合物的装置的方法为：①装配压裂液注入系统：把第一储液罐、增压泵、加热系统、液体流量计依次通过管线连接；

②装配天然气开采系统：把卸压装置通过管线与气液分离罐连接；把气液分离罐的出气口通过气体流量计与输气管线连接、出液口与第二储液罐连接；

③装配井眼系统：压裂管柱通过井口装置固定在井筒内，并通过封隔器坐封，坐封位置为套管底部的套管鞋以上 30-50m 处；

④把三通阀门的三个端口通过管线分别与液体流量计、卸压装置、井口装置相连，在三通阀门与井口装置相连的管线上设置温度计和压力计。

[0013] 优选地，实施天然气水合物的热流体压裂开采的方法为：

①调节三通阀门，转到压裂液注入系统，通过压裂液注入系统的增压泵和加热系统产生高压热水，并沿压裂管柱注入井眼内，注入压力可达 40MPa，注入温度为 70-90℃。

[0014] ②通过压裂液注入系统的增压泵和液体流量计分别控制注入热水的压力和流量，在裸眼井段产生延伸长度为 50-100m 的水力裂缝。

[0015] ③关井 1-3 天，使注入的热水与水合物储层进行充分的热交换，促使近缝储层的水合物分解。

[0016] ④进行水合物的降压开采：调节三通阀门，转到天然气开采系统，通过卸压装置卸压，在地层压力的作用下，水合物储层分解产生的天然气和水流经裂缝沿井眼内的压裂管柱回流至地面，通过气液分离罐进行分离，产出水进入第二储液罐，产出气进入输气管线。

[0017] ⑤通过天然气开采系统的气体流量计确定产量降低至初始产量的 30% 以下时，停止开采；调节三通阀门，转到压裂液注入系统，重新向裂缝内注入热水，关井 1-3 天，再次开采。

[0018] 相对于现有技术，本发明的有益效果如下：通过压裂液注入系统，以热流体为压裂液压裂水合物储层，产生具有一定延伸长度的水力裂缝，扩展了产出通道与储层的接触面

积,提高了储层的导流能力和传热传质效率,促使近缝储层的水合物高效分解;而后通过天然气开采系统进行水合物的降压开采;充分发挥了热激法、降压法及注化学药剂法的优势,提高了水合物的开采效率。

附图说明

[0019] 图 1 是本发明的热流体压裂开采天然气水合物装置及方法的示意图。

[0020] 图中:1、井口装置;2、压裂管柱;3、套管;4、套管鞋;5、封隔器;6、井筒;7、裂缝;8、水合物储层;9、压力计;10、温度计;11、三通阀门;12、液体流量计;13、加热系统;14、增压泵;15、第一储液罐;16、卸压装置;17、气液分离罐;18、气体流量计;19、输气管线;20、第二储液罐。

具体实施方式

[0021] 下面结合附图对热流体压裂开采天然气水合物装置作进一步的描述。

[0022] 如图 1 所示,热流体压裂开采天然气水合物的装置,包括压裂液注入系统、天然气开采系统和井眼系统;三通阀门 11 的三个端口分别通过管线与压裂液注入系统、天然气开采系统、井眼系统连接;压裂液注入系统用于提供高压热流体压裂液,并注入井眼系统;天然气开采系统用于控制水合物储层与地面压差,实现水合物的降压开采;井眼系统用于打开水合物储层,并引导流体流入或流出储层;三通阀门 11 用于改变介质流向。

[0023] 压裂液注入系统包括第一储液罐 15、增压泵 14、加热系统 13、液体流量计 12,第一储液罐 15、增压泵 14、加热系统 13、液体流量计 12 依次通过管线连接组成;增压泵 14 可增压达 40MPa,加热系统 13 最高可将水加热至 100℃,增压泵 14 与加热系统 13 用于制备高压热流体,并将高压热流体注入井眼系统;增压泵 14 至液体流量计 12 的所有部件和管线均耐压 40MPa,可满足热流体压裂水合物储层的要求。

[0024] 天然气开采系统包括卸压装置 16、气液分离罐 17、气体流量计 18、输气管线 19 和第二储液罐 20;卸压装置 16 用于系统降压,耐压达 40MPa,通过管线与气液分离罐 17 连接;气液分离罐 17 用于实现气液的分离,出气口通过气体流量计 18 与输气管线 19 连接,出液口与第二储液罐 20 连接;气体流量计 18 实时计量产出气的流量,可表征天然气水合物降压开采的效果。

[0025] 井眼系统包括压裂管柱 2、井筒 6 和井口装置 1;压裂管柱 2 通过井口装置 1 固定在井筒 6 内,用于压裂水合物储层 8,并引导流体流入或流出储层。

[0026] 三通阀门 11 的一端通过管线与压裂液注入系统的液体流量计 12 连接,一端通过管线与天然气开采系统的卸压装置 16 连接,一端通过管线与井眼系统的温度计 10 连接,三通阀门 11 与井口连接的管线上设有温度计 10、压力计 9。

[0027] 实施热流体压裂时,温度计 10、压力计 9 和压裂液注入系统的液体流量计 12 分别计量压裂过程中热流体的温度、压力及流量数据,协同增压泵 14 和加热系统 13 实时控制注入热流体的流动参数;实施水合物开采时,压力计 10 与温度计 9 分别用于计量产出流体的压力和温度,协同天然气开采系统的卸压装置 16 实时控制系统的压降。该系统的所有部件和管线均耐压达 40MPa,可满足热流体压裂开采天然气水合物的要求。

[0028] 所有管线均耐压达 30MPa;热流体介质为水或化学药剂,化学药剂为水合物抑制

剂,例如可选自质量浓度为 10%-25% 的乙二醇水溶液。

[0029] 如图 1 所示,热流体压裂开采天然气水合物的方法如下:

(1)、建立热流体压裂开采天然气水合物的井筒 6

在天然气水合物藏区域钻垂直井眼,在钻至水合物储层 8 上方 10m 以内时,停钻下入套管 3 固井,而后钻穿水合物储层 8,裸眼完井。

[0030] (2)、装配热水压裂开采天然气水合物的装置

①装配压裂液注入系统:把第一储液罐 15、增压泵 14、加热系统 13、液体流量计 12 依次通过管线连接;

②装配天然气开采系统:把卸压装置 16 通过管线与气液分离罐 17 连接;把气液分离罐 17 的出气口通过气体流量计 18 与输气管线 19 连接、出液口与第二储液罐 20 连接。

[0031] ③装配井眼系统:压裂管柱 2 通过井口装置 1 固定在井筒 6 内,并通过封隔器 5 坐封,坐封位置为套管 3 底部的套管鞋 4 以上 30-50m 处;

把三通阀门 11 的三个端口通过管线分别与液体流量计 12、卸压装置 16、井口装置 1 相连,在三通阀门 11 与井口装置 1 相连的管线上设置温度计 10 和压力计 9;

④压裂液注入系统的液体流量计 12 连接、天然气开采系统的卸压装置 16 与井眼系统的温度计 10 通过三通阀门 11 相互连接而成。

[0032] (3)、实施天然气水合物的注热水压裂开采

①调节三通阀门 11,转到压裂液注入系统,通过压裂液注入系统的增压泵 14 和加热系统 13 产生高压热水,并沿压裂管柱 2 注入井眼 6 内,注入压力可达 40MPa,注入温度为 70-90℃。

[0033] ②通过压裂液注入系统的增压泵 14 和液体流量计 12 分别控制注入热水的压力和流量,在裸眼井段产生延伸长度为 50-100m 的水力裂缝 7。

[0034] ③关井 1-3 天,使注入的热水与水合物储层 8 进行充分的热交换,促使近缝储层的水合物分解。

[0035] ④进行水合物的降压开采:调节三通阀门 11,转到天然气开采系统,通过卸压装置 16 卸压,在地层压力的作用下,水合物储层 8 分解产生的天然气和水流经裂缝 7 沿井眼 6 内的压裂管柱 2 回流至地面,通过气液分离罐 17 进行分离,产出水进入第二储液罐 20,产出气进入输气管线 19。

[0036] ⑤通过天然气开采系统的气体流量计 18 确定产量降低至初始产量的 30% 以下时,停止开采;调节三通阀门 11,转到压裂液注入系统,重新向裂缝 7 内注入热水,关井 1-3 天,再次开采。

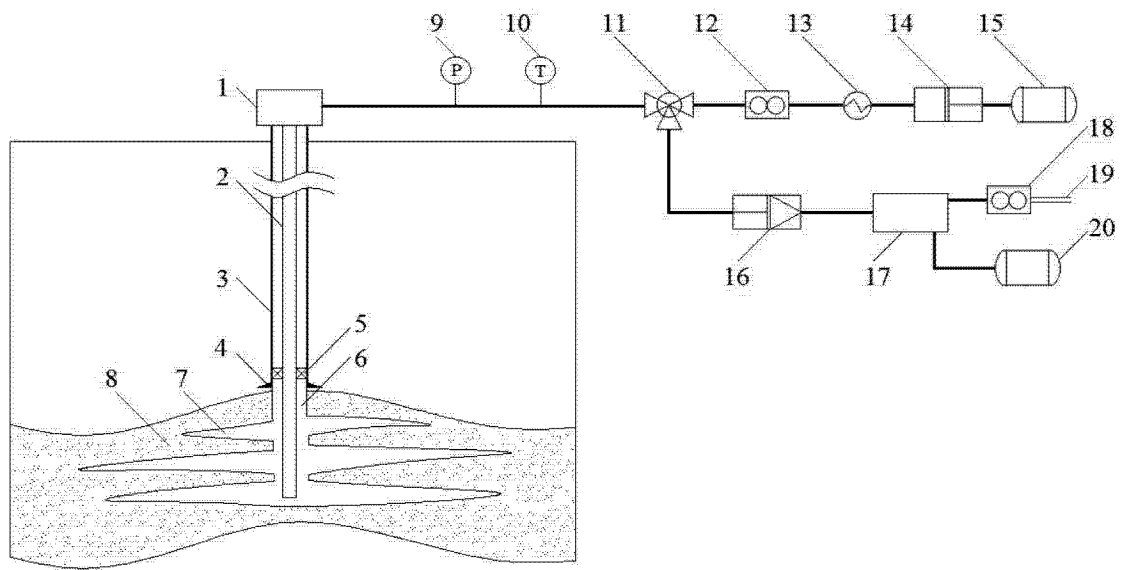


图 1