



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108571305 A

(43)申请公布日 2018.09.25

(21)申请号 201810224178.2

(22)申请日 2018.03.18

(71)申请人 西南石油大学

地址 610500 四川省成都市新都区新都大道8号

(72)发明人 游利军 陈明君 康毅力 李相臣  
郝志伟 李鑫磊 苏悟

(51)Int.Cl.

E21B 43/24(2006.01)

E21B 43/26(2006.01)

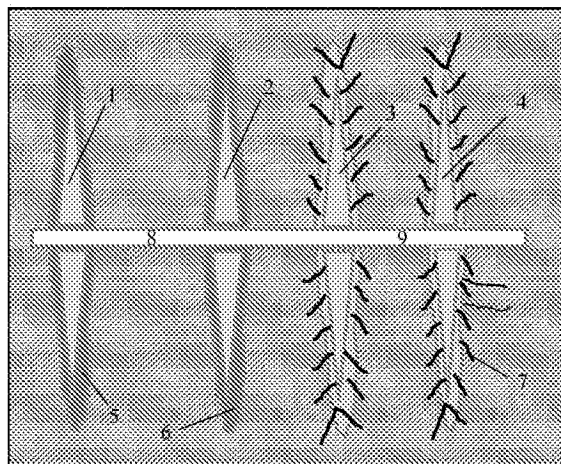
权利要求书1页 说明书2页 附图1页

(54)发明名称

一种促进致密气井水力裂缝面微裂缝创生的高温热激法

(57)摘要

本发明公开了一种促进致密气井水力裂缝面微裂缝创生的高温热激法,其原理是:向优选的水力压裂致密气井注入高温气体,对水力裂缝面进行高温热处理,利用岩石矿物热膨胀非均质性和各向异性、水蒸气受热膨胀以及岩石中可能存在的有机质在高温下的热解生烃效应,产生热应力 and 热增压作用,诱使储层岩石在水力裂缝面附近萌生微裂缝。持续和间隙通入高温气体,使微裂缝扩展并贯通形成微裂缝网络,增加致密气储层的微裂缝密度。通过实施该方法可在水力压裂改造的基础上,进一步提高致密气藏采收率。



1. 一种促进致密气井水力裂缝面微裂缝创生的高温热激法,该方法原理是:向压裂后的气井致密储层中注入高温气体,对水力裂缝面进行高温热处理,利用热应力和热增压的作用,促进页岩微裂缝创生。持续通入或间歇通入高温气体,使微裂缝扩展并贯通形成微裂缝网络,增加致密气储层微裂缝的密度。

2. 一种促进致密气井水力裂缝面微裂缝创生的高温热激法,该方法依次包括以下步骤:

(1) 收集选取工区致密气井水力压裂入井液量、支撑剂加入情况、压裂液返排率、改造裂缝面积、气井产水情况等资料,选取适合高温热激法处理的致密气井。

(2) 选取待处理的致密储层岩心,通过开展室内实验模拟储层加热条件,确定岩心渗透率显著提高所对应的热破裂阈值温度。

(3) 基于步骤(1)搜集的压裂液注入、返排情况和水力压裂改造裂缝面积,计算出压裂液滞留深度,确定高温气体的注入量,并结合实际地层压力确定注入压力,注入压力尽量不低于实施高温热激前的岩石破裂压力。

(4) 通过气举泡排等方式将裂缝中或井筒中残留的水从井筒中排出。

(5) 基于室内实验获得的储层条件下的岩石热破裂阈值温度,确定气体注入方式和加热温度,向待处理致密气储层中注入高温气体。

(6) 根据室内实验确定的加热时间,一段时间后停止注气加热。

3. 一种促进致密气井水力裂缝面微裂缝创生的高温热激法,该方法所述的致密气井包含但不限于原地条件下基块渗透率小于1mD的致密砂岩、致密碳酸盐岩、页岩和煤岩气井。

4. 根据权利要求1所述的促进致密气井水力裂缝面微裂缝创生的高温热激法,其特征在于:该高温热激法能够对水力裂缝面进行加热,在热应力和热增压的作用下页岩基质内产生微裂缝网络,改善不同尺度渗流通道之间的连通性。

5. 根据权利要求1和4所述的方法的热应力作用,其特征在于:该方法利用致密岩石矿物组分类型多样、非均质性强,各种矿物类型的热膨胀差异性所产生的热应力。

6. 根据权利要求1和4所述的方法的热增压作用,其特征在于:该方法能够使储层中的水蒸汽化,促进压裂作业后滞留的水分以蒸馏水排出,解除水相圈闭现象;该高温热激法能够促进页岩、煤岩等岩石中的有机质热解生烃;孔隙水受热体积膨胀或岩石中有机质热解产生液体和气体由于渗透率低在孔隙中聚集,从而增加孔隙压力,使纳米级孔缝扩展,进一步切割储层岩石基块,为气体提供传质通道。

7. 根据权利要求1所述的促进致密气井水力裂缝面微裂缝创生的高温热激法,其特征在于:压裂液或裂缝表面的液相以蒸馏水的形式排至地面。

8. 根据权利要求1和3所述的促进致密气储层微裂缝创生的方法,其特征在于:对于吸附气占比较大的页岩和煤岩等富含有机质的致密气层,该高温热激法能够加快吸附气解吸和扩散速率。

9. 根据权利要求1和2所述的促进致密气井水力裂缝面微裂缝创生的高温热激法,其特征在于:该方法的加热方式依据岩石的热破裂阈值温度确定,当存在但不限于热破裂阈值温度超过气体加热设备的额定上限或者需要长时间加热气体才能达到热破裂阈值温度的情况时,采用间歇式注入方式降低热破裂阈值温度。

## 一种促进致密气井水力裂缝面微裂缝创生的高温热激法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及致密气储层增产改造领域,增加致密气井压裂缝网密度的方法,属于致密气勘探开发过程中增产改造方面的方法。

### 背景技术

[0002] 致密气在我国储量增长和能源供应方面正在发挥越来越重要的作用,具有极其重要的开采价值。致密气储层普遍具有孔隙度低和渗透率低等特点,致密气有效开发与提高采收率的关键是在储层中形成裂缝网络,提高气体传输能力。水力压裂是实现致密气经济开采的关键技术,目前的水力压裂技术虽然能够大幅增加致密气储层的缝网密度,但是依然存在压裂液返排率低、缝网密度有进一步提升空间和缝网尺度单一等问题,影响了储层改造效果,具体表现为:(1)水力压裂作业后压裂液返排率低,滞留压裂液引发储层水相圈闭损害。(2)缝网密度有进一步提升的空间,在水力裂缝面周围进一步激发微裂缝的萌生、扩展和贯通,将大大提高储层缝网密度。(3)压裂缝网尺度较为单一,在储层中形成大量的微裂缝,将有利于连通基块中的纳微孔隙,提高致密气藏采收率。

[0003] 致密气储层的高温热激法是通过向压裂后的致密气井中注入高温气体,对水力裂缝面进行高温热处理,其一方面利用热应力和热增压的作用,在水力裂缝面周围的岩石基块中产生微裂缝,另一方面可促进储层中滞留压裂液的排除,解除水相圈闭损害。因此,该方法对于在水力压裂的基础上进一步提高储层改造效果,提高致密气藏采收率,具有重要的现实意义。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的在于形成一种通过高温作用促进致密气储层微裂缝萌生的方法。

[0005] 本发明涉及的方法是向水力压裂后的致密气储层注入高温气体作为热量的传递介质,对水力裂缝面进行高温热处理,使水力裂缝面周围的岩石基块在热应力和热增压作用下产生微裂缝,沟通水力裂缝和基块中的纳微孔隙,同时,高温作用也有助于裂缝中的水分蒸发,因此,该方法将有利于在致密储层中形成有效的气体多尺度传质通道网络。

[0006] 本发明的目的是通过以下技术方案实现的:

[0007] 该发明涉及两大技术方案,一是选取适合高温热激法的致密气井,根据水力压裂入井液量、支撑剂加入情况、压裂液返排率、改造裂缝面积、气井产水情况等现场资料,重点判断气井产水来源,选取压裂液已充分返排、且返排液未持续含有地层水的致密气井,作为该方法的施工对象;二是明确高温热激法的施工参数,根据致密气井改造裂缝面积确定注入高温气体的用量,同时,通过室内实验模拟井下加热条件下岩石的渗透率变化,明确施工时的加热温度和加热时间。

[0008] 本发明用于促进水力裂缝面周围基块中微裂缝的创生,具有如下有益效果:

[0009] (1) 该方法充分利用了致密岩石矿物组分热膨胀系数的非均质性和各向异性,能够在孔隙度和渗透率都较低的基块岩石中产生热应力,促进微裂缝萌生,进而连通基块中

的微纳孔隙。

[0010] (2) 如果致密储层中存在有机质,该方法可促进有机质热解生烃,增加基质孔隙压力,促进纳米孔缝扩展。

[0011] (3) 通过向储层中注入高温气体,可有效解决致密储层中的液相滞留所引发的水相圈闭损害,增加储层中的气体有效流动通道尺寸。

[0012] (4) 采用该方法能够蒸发储层中的液相,形成水热增压致裂效应,促进储层中裂缝的延伸。

[0013] (5) 该方法利用气体流动性强的特点,与其它加热方法,如微波加热或单一电加热法相比,增加了高温热激法在致密储层中的波及范围。

[0014] (6) 该方法持续通入或间歇通入高温气体,降低岩石热破裂阈值温度,可起到保证井下安全和节约能耗的作用。

[0015] (7) 该方法可将压裂液或裂缝表面的液相以蒸馏水的形式排至地面,降低了压裂返排液的处理成本,是一种绿色环保的增产方法。

### 附图说明

[0016] 图1为致密气储层高温热处理效果示意图

[0017] 图中1-4:水力裂缝,5-6:压裂液滤液,7:高温热激诱导裂缝,8:未实施高温热激法的井段,9:实施高温热激法后的井段。

### 具体实施方式

[0018] (1) 收集选取工区致密气井水力压裂入井液量、支撑剂加入情况、压裂液返排率、改造裂缝面积、气井产水情况等资料,重点判断产出水是否持续含有地层水,选取未持续产地层水的致密气井作为高温热激法处理对象。

[0019] (2) 选取待处理的致密储层岩心,按照不同的气体注入方式确定高温热激法的实现形式,在室内开展原地含水饱和度和原地有效应力条件下的岩心加热实验,确定岩心渗透率显著提高所对应的热破裂阈值温度。

[0020] (3) 基于步骤(1)搜集的压裂液注入、返排情况和水力压裂改造裂缝面积,计算出压裂液滞留深度,确定高温气体的注入量,并结合实际地层压力确定注入压力,注入压力尽量不低于实施高温热激前的岩石破裂压力。

[0021] (4) 通过气举泡排等方式将裂缝中或井筒中残留的水从井筒中排出。

[0022] (5) 基于室内实验获得的储层条件下的岩石热破裂阈值温度,确定气体注入方式和加热温度,向待处理致密气储层中注入高温气体。

[0023] (6) 根据室内实验确定的加热时间,一段时间后停止注气加热。

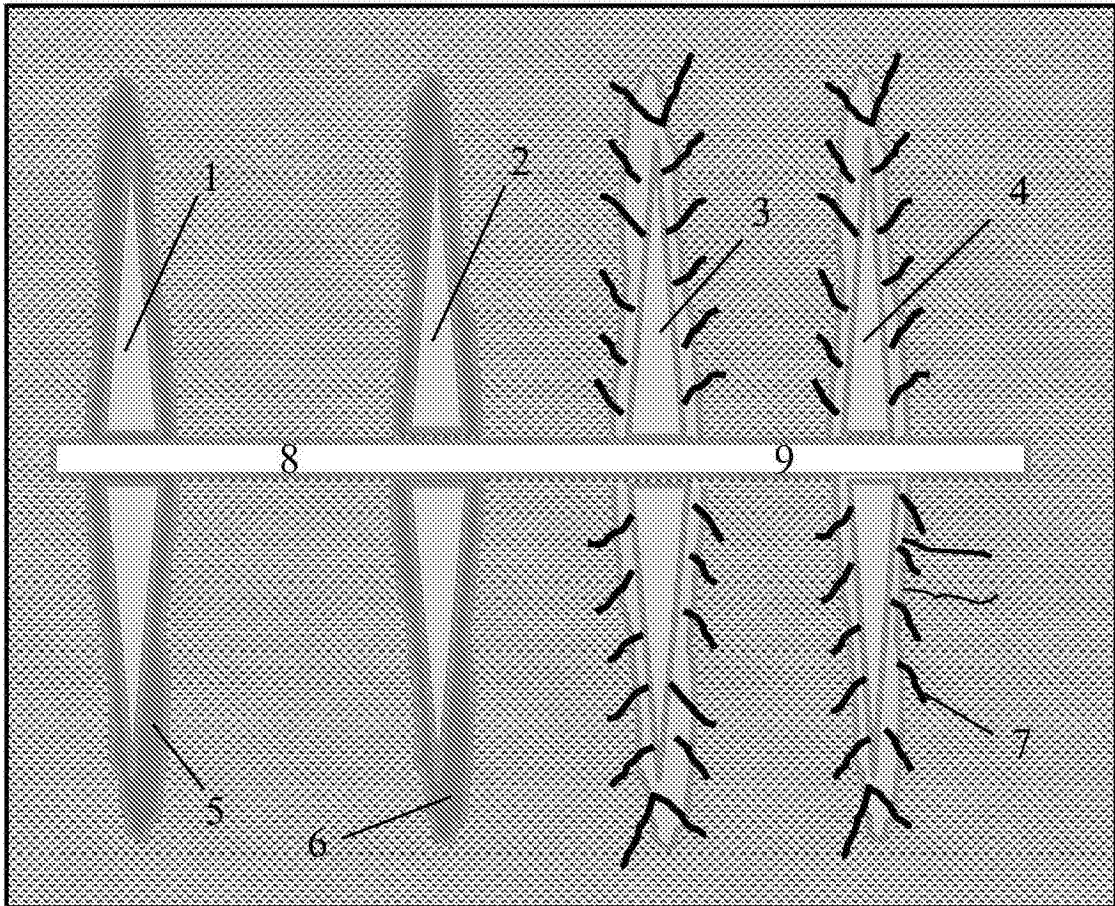


图1