



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103277092 A

(43) 申请公布日 2013. 09. 04

(21) 申请号 201310185629. 3

(22) 申请日 2013. 05. 17

(71) 申请人 常州大学

地址 213164 江苏省常州市武进区滆湖路 1 号

(72) 发明人 何岩峰 王烁龙 白红艳 陈宇星
姜岩 李华明

(51) Int. Cl.

E21B 49/00 (2006. 01)

E21B 47/00 (2012. 01)

E21B 43/26 (2006. 01)

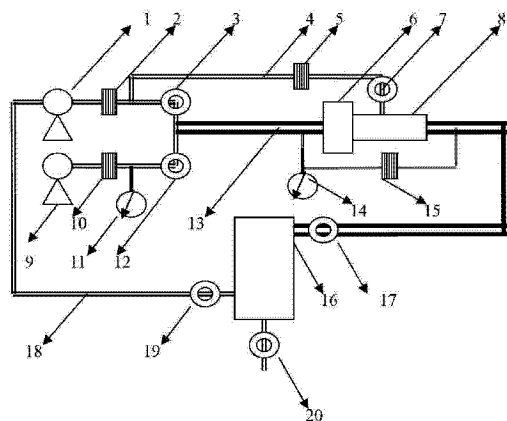
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

水平井多级压裂变质量多相流动模拟实验装置

(57) 摘要

一种能够有效模拟压裂后裂缝导流与水平井井筒中多相流动的模拟实验装置。它是由流体供给设备、主流管道和边壁注入管道、完井段实验管道、岩心夹持器和人造岩心裂缝模型及相关测量仪表、流体处理管汇与设备等组成,能够模拟射孔、割缝衬管等不同完井方式下,水平裂缝、垂直裂缝、裂缝网络及多级压裂后水平井井筒裂缝、井筒多相流耦合流动。



1. 一种水平井压裂完井变质量多相流动模拟实验装置,包括供气管道、供液管道、主实验管道和回流管道构成的闭式循环管道系统,供气管道包括供气泵(9)、气体主流流量计(10)、气体主流压力计(11)和主流供气阀(12),供液管道包括供液泵(1)、液体主流流量计(2)和主流供液阀(3),供气管道与供液管道汇合并与主实验管道前部相通,向主实验管道供应气液混合物;回流管道连接于主实验管道后部与供液管道的供液泵之间;构成闭式循环;回流管道上设有回流阀(17)和气液分离罐(16);主实验管道上设有压差计(15);其特征在于,在主实验管道上开孔,并在开孔的实验管段外壁连接岩心夹持器,夹持器上设有开口与边部供液管(4)的一端连接,边部供液管另一端连接于液体主流流量计(2)和主流供液阀之间,边部供液管上设有边壁进液流量计(5)和边部供液阀(7);所述夹持器内设有人造岩心裂缝模型。

2. 模拟实验装置的特征在于所述的岩心夹持器与主实验实验管道的连接方式采用粘结、焊接或螺纹连接。

3. 模拟实验装置的特征在于所述实验管道串联或并联多个岩心夹持器。

水平井多级压裂变质量多相流动模拟实验装置

技术领域

[0001] 本发明涉及研究水平井采用压裂方式完井后井筒中变质量多相流动与地层渗流耦合流动规律研究的模拟实验装置。

背景技术

[0002] 进行页岩气藏和致密砂岩气藏开采时,采用水平井技术,使用多级压裂完井方式是主要的生产技术。在水平井筒中,沿主流方向,由于边壁不断有流体流入井筒,所以是水平的变质量多相流。显然,多级压裂后各裂缝的导流能力及水平变质量多相流的压降变化规律会影响到水平井的产能,有必要对此进行研究。目前,国内外石油行业仅仅有人给出了考虑射孔完井和割缝衬管完井方式的变质量多相流动模拟实验装置,尚未有人提出考虑裂缝导流能力的水平井多级压裂变质量多相流动模拟实验装置。本发明在人造岩心技术和多相管流技术的基础上得到了水平井压裂完井变质量多相流动模拟实验装置。

发明内容

[0003] 为了克服现有技术中无法研究水力压裂后裂缝中流动与井筒中多相流动之间耦合规律的问题,本发明所述的水平井压裂完井变质量多相流动模拟实验装置,它是由流体供给设备、主流管道和边壁注入管道、完井段实验管道、岩心夹持器和人造岩心裂缝模型及相关测量仪表、流体处理管汇与设备等组成,能够模拟射孔、割缝衬管等不同完井方式下,水平裂缝、垂直裂缝、裂缝网络及多级压裂后水平井井筒裂缝、井筒多相流耦合流动,从而为设计压裂和完井方案提供依据。

[0004] 具体地,模拟实验装置包括供气管道、供液管道、主实验管道和回流管道构成的闭式循环管道系统。其中供气管道包括供气泵、气体主流流量计、气体主流压力计和主流供气阀;供液管道包括供液泵、液体主流流量计和主流供液阀。供气管道与供液管道汇合并与主实验管道前部相通,向主实验管道供应气液混合物。回流管道连接于主实验管道后部与供液管道的供液泵之间构成闭式循环;回流管道上设有回流阀和气液分离罐;主实验管道上设有压差计;在主实验管道上开孔,并在开孔的实验管段外壁连接岩心夹持器,夹持器上设有开口与边部供液管的一端连接,边部供液管另一端连接于液体主流流量计和主流供液阀之间,边部供液管上设有边壁进液流量计和边部供液阀;所述夹持器内设有有人造岩心裂缝模型。

[0005] 本发明通过在开孔的实验管段外壁连接岩心夹持器,并以压帽和橡胶垫圈密封充填于岩心夹持器中的人造岩心裂缝模型的形式,通过改变支撑剂充填量的方法模拟不同导流能力的压裂完井水平井完井段,用于研究压裂裂缝中渗流与多相管流之间耦合关系等相关理论。

[0006] 所述岩心夹持器为中空容器,用于充填人造岩心裂缝模型。所述的岩心夹持器,可以采用圆柱状,也可以采用其他形状,且其与完井段实验管道的连接方式可以采用粘结、焊接、螺纹连接等不同形式;其材质可选用各类金属、也可选用塑料等非金属材料。

[0007] 所述的人造岩心裂缝模型,可以采用圆柱状或半圆柱状等类型,并可根据需要,预制成裂缝网络岩心模型,充填与管道外壁与夹持器内壁所形成的环形空间。

[0008] 所述的完井段实验管道(主实验管道),可以在边壁采用钻圆形孔道,也可以采用矩形割缝和其他形状的开口,与管道外壁与夹持器内壁所形成的环形空间相通。

[0009] 所述的主实验管道上,可以串联或并联多个安装有岩心夹持器的完井段实验管道,以模拟多级压裂或 多分支井的流动。

[0010] 本发明所述的整体流程上的流量测量仪表,可采用浮子流量计等同类流量测量仪表;压力和压差测量仪表可采用压力表、差压表等同类压力、压差测量仪表;其测量到的信号可以用计算机采集,也可当场读取。

[0011] 本发明所述的整体流程上的供液泵和供气泵,可以采用离心泵,也可采用其他的供给设备。流体可以采用空气、水等不同的流体介质。本发明在模拟井筒的实验段边壁钻孔以模拟水平井射孔完井方式,在实验段的外壁连接一段封闭的筒状夹持器,该夹持器的一端有外螺纹,可以与压帽相连接,并用螺纹配合压紧充填的裂缝器,夹持器内,充填有人造岩心模型,人造岩心模型接触面间充填有石英砂等支撑剂,以此来模拟地层中的水力压裂裂缝。可以根据裂缝中充填的石英砂的数量,模拟不同导流能力的水力压裂裂缝,也可以通过填充不同的人造岩心模型,模拟水平压裂裂缝或垂直压裂裂缝。同时,可以将多个实验段串联,以模拟水平井多级压裂完井。

[0012] 本发明的有益效果是:在模拟射孔实验段外部焊接一段夹持器,并在其中以充填石英砂的人造岩心模型模拟压裂裂缝,流体从夹持器边部经充填有支撑剂的模拟裂缝流入完井管道。本装置原理简单,结构合理,可以根据需要进行串联安装,可模拟任意走向、任意导流能力的裂缝和任意数量的裂缝,便于研究油藏与井筒耦合的水平井筒变质量多相流动规律。

附图说明

[0013] 下面结合附图和具体实施方式对本发明进一步说明。

[0014] 图 1 是本发明的整体流程示意图。

[0015] 图 2 是完井实验段安装示意图。

[0016] 图 3 是图 2 中完井实验段剖面图。

[0017] 图 4、图 5 均是图 2 中人造岩心模型图。

[0018] 图 1 中 1 是供液离心泵,2 是液体主流流量计,3 是主流供液阀,4 是边部供液管道,5 是边壁进液流量计,6 和 8 都是完井实验段的一部分,其中 6 为压帽、8 为夹持器,7 是边部供液阀,9 是供气离心泵,10 是气体主流流量计,11 是气体主流压力计,12 主流供气阀,13 是主实验管道,14 是实验段压力计,15 是实验段压差计,16 是气液分离罐,17 是回流阀,18 是供液管道,19 是供液阀,20 是放空阀。

[0019] 图 2 中 21 是边部进液嘴。

[0020] 图 3 中 22 是密封橡胶垫圈,23 是完井实验管段管道进液口,24 (或 25) 是人造岩心模型。

[0021] 图 4 中 24 是垂直裂缝人造岩心模型。

[0022] 图 5 中 25 是水平裂缝人造岩心模型。

具体实施方式

[0023] 如图 1,从供液离心泵(1)和供气离心泵(9)中出来的液体和气体经过液体主流流量计(2)和气体主流流量计(10)及气体主流压力计(11)的计量后,通过主流供液阀(3)和主流供气阀(12)混合后进入主实验管道(13)。气液混合物经过实验段压力计(14)的计量流入完井实验段(6)和(8)。同时,液体经过边部供液管道(4)经边壁进液流量计(5)的计量后,通过边部供液阀(7)流入完井实验段(6)和(8)。实验段压差计(15)用于测量完井实验段(6)和(8)两端的压差。测量完毕的混合流体经过回流阀(17),流入气液分离罐(16),经过分离后的气体直接放空,液体经过供液阀(19)和供液管道(18)流回供液离心泵(1),完成闭式循环。

[0024] 如图 2,夹持器(8)为一段封闭的金属厚壁圆筒可通过焊接、粘合或螺纹连接等方式固定在完井实验管段(13)上,夹持器边壁开有孔眼,通过进液嘴(12)与边部供液管道(4)相连接。夹持器另外一端用中间开孔的压帽(6)封闭。在压帽和夹持器组成的封闭空间内,可以充填两块中空圆柱型的垂直裂缝人造岩心模型(24),也可以充填半圆柱型的水平裂缝人造岩心模型(25)。

[0025] 如图 3,夹持器(8)为一段封闭的金属厚壁圆筒可通过焊接、粘合或螺纹连接等方式固定在完井实验管段(13)上,人造岩心模型(24)或(25)充填于夹持器与完井实验管段之间的环形空间内。两块人造岩心模型之间充填有石英砂,且人造岩心模型之间的缝隙对准边壁进液嘴(21),且与完井实验管段管道进液口(23)相通。压帽(6)与夹持器(8)之间以螺纹相连,并充填有密封橡胶垫圈(22),在人造岩心模型与夹持器底部之间,也有密封橡胶垫圈(22)。当压帽(6)与夹持器(8)之间通过螺纹上紧后,挤压橡胶垫圈,实现密封的目的。

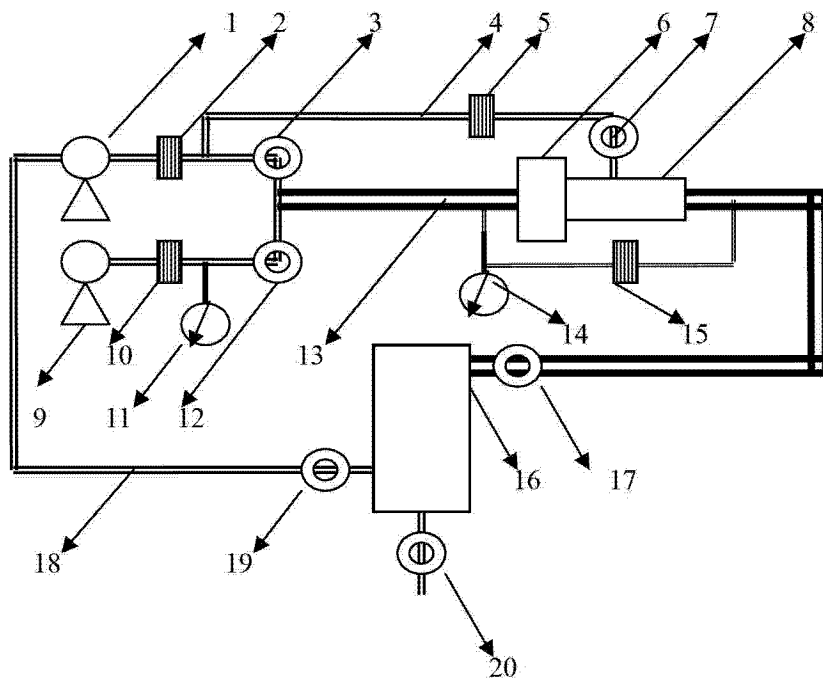


图 1

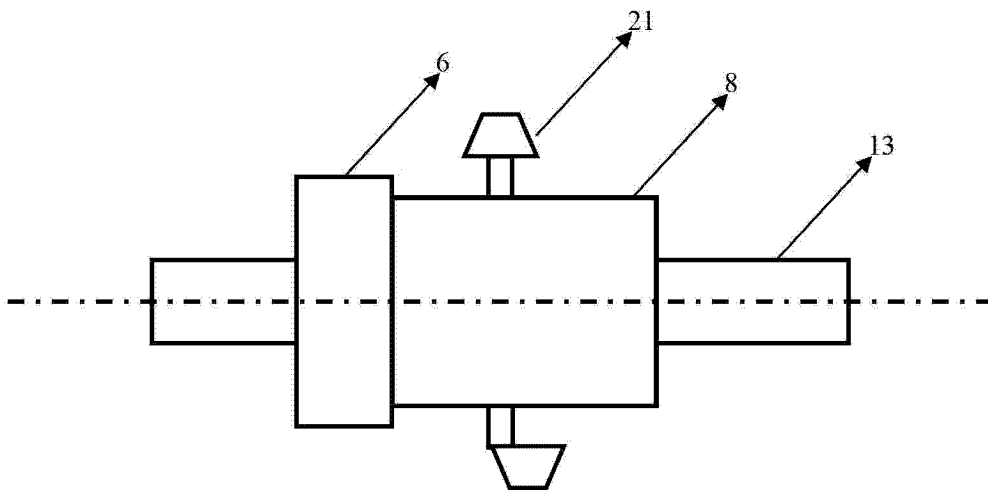


图 2

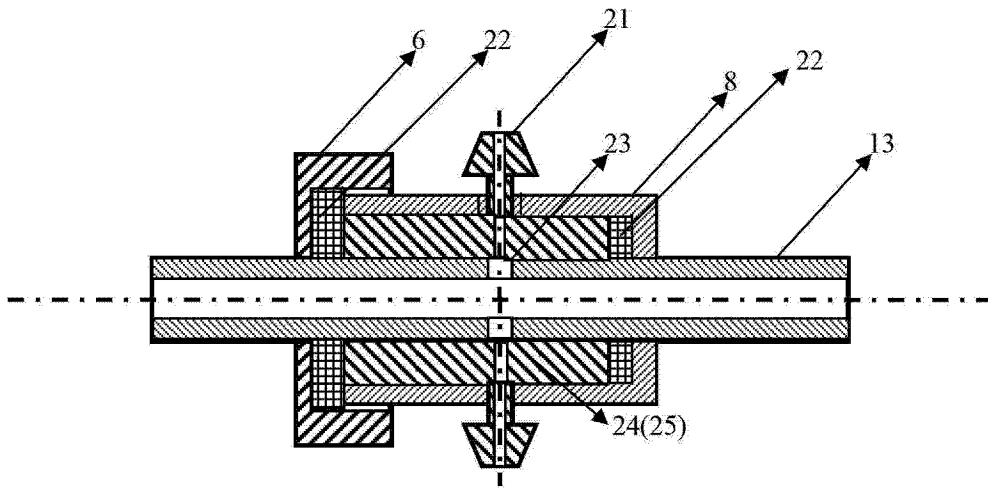


图 3

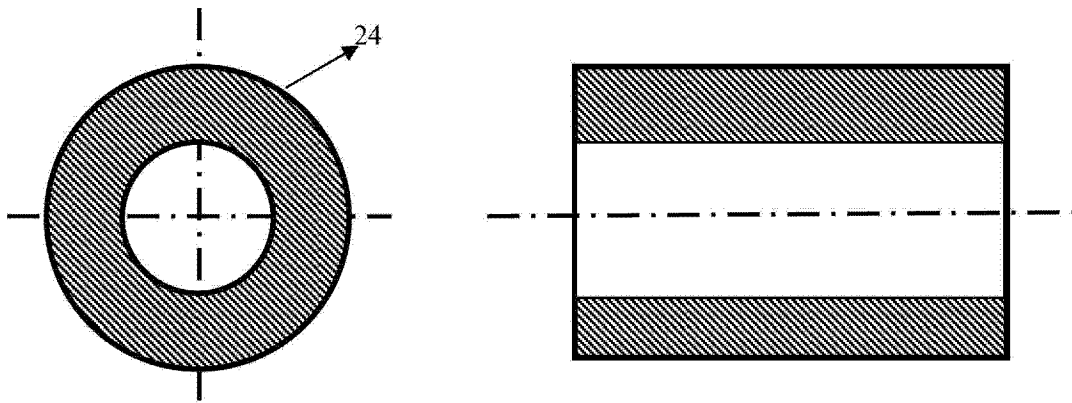


图 4

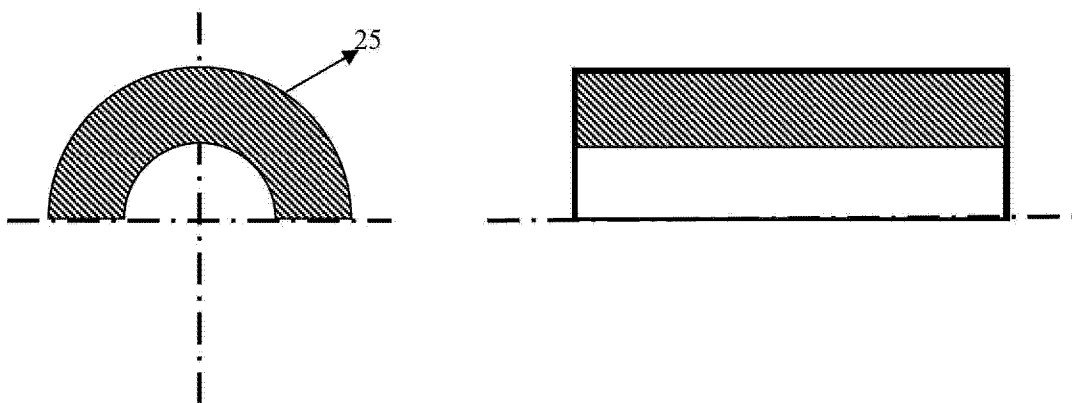


图 5