



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109001438 A

(43)申请公布日 2018.12.14

(21)申请号 201710418704.4

(22)申请日 2017.06.06

(71)申请人 中国石油化工股份有限公司

地址 100028 北京市朝阳区朝阳门北大街
22号

申请人 中国石油化工股份有限公司石油工
程技术研究院

(72)发明人 韩子轩 柴龙 李大奇 林永学
陈晓飞 胡子乔 唐文泉 甄剑武
王显光 高书阳 何仲

(74)专利代理机构 北京知舟专利事务所(普通
合伙) 11550

代理人 杨茜

(51)Int.Cl.

G01N 33/26(2006.01)

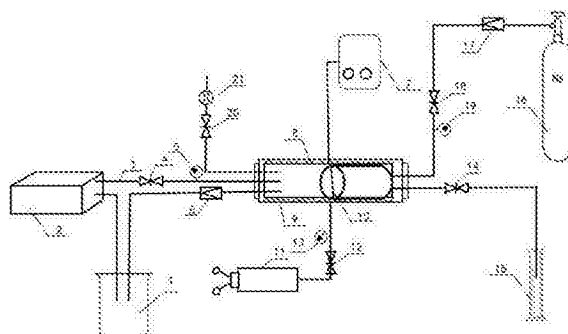
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

一种封缝堵气实验模拟装置及测试方法

(57)摘要

本发明涉及模拟石油天然气钻井的实验装置领域的一种封缝堵气实验模拟装置及测试方法。所述封缝堵气实验模拟装置包括微裂缝岩心,微裂缝封堵测试系统,气体承压测试系统。本发明可在不同循环流速、压差、温度等实验条件下,对含有单一或者组合微裂缝的岩心进行封堵评价实验,分析对比不同钻井液对不同裂缝开度的微裂缝的漏失量,实现对各种钻井液的封堵特性进行研究,同时模拟井下微裂缝气侵井筒的特点,测试封堵岩心气体承压能力以及气体流速,评价钻井液封堵微裂缝的封缝堵气效果,为微裂缝碳酸盐岩地层、微裂隙发育的页岩地层的安全钻进提供一种新的评价实验研究手段。



1. 一种封缝堵气实验模拟装置,其特征在于:包括微裂缝岩心(10),微裂缝封堵测试系统,气体承压测试系统;

所述微裂缝封堵测试系统包括储液罐(1)、平流泵(2)、高压管线(3)、截止阀一(4)、压力表一(5)、减压阀一(6)、岩心夹持器(9)、截止阀二(14)、量筒(15);

所述岩心夹持器(9)包括循环液入口(27)、循环液出口(28)、滤液出口(29)、气体入口(30)、气体出口(31)、加热套(8)、围压入口(22);围压泵(11)通过一段装有围压控制阀(12)和围压表(13)的管线与岩心夹持器(9)的围压入口(22)相连;

所述平流泵(2)的进液口通过一段管线与储液罐(1)相连;所述平流泵(2)的另一端通过一段装有截止阀一(4)和压力表一(5)的高压管线与岩心夹持器(9)的循环液入口(27)相连;所述岩心夹持器(9)的循环液出口(28)通过一段装有减压阀一(6)的管线与储液罐(1)相连;

所述气体承压测试系统包括氮气瓶(16)、减压阀二(17)、驱替压力控制阀(18)、压力表二(19)、气体出口阀门(20)、气体流量计(21);

所述氮气瓶(16)通过一段装有减压阀二(17)、驱替压力控制阀(18)和压力表二(19)的管线与岩心夹持器(9)的气体入口(30)相连;

所述气体流量计(21)通过气体出口阀门(20)连接所述岩心夹持器(9)的气体出口(31)。

2. 根据权利要求1所述的一种封缝堵气实验模拟装置,其特征在于:

所述岩心夹持器(9)还包括放置岩心的岩心加持套(25),所述岩心加持套(25)为抗高温的橡胶套,用于在围压条件下紧密包裹所述微裂缝岩心(10);所述岩心加持套(25)内可固定插入待测岩样微裂缝岩心(10),岩心加持套(25)两端由岩心柱塞(24)、岩心堵头(23)加以固定。

3. 根据权利要求1所述的一种封缝堵气实验模拟装置,其特征在于:

所述加热套(8)为绝缘材料包裹的镍铬电阻丝,所述绝缘材料选自玻璃纤维;所述加热套(8)连接温度控制装置(7);外部通过保温壳体(26)保温。

4. 根据权利要求1所述的一种封缝堵气实验模拟装置,其特征在于:

所述微裂缝岩心(10),为直径2.5cm、长度3~6cm的含单条裂缝或者双条裂缝的天然岩心或者人造岩心;所述裂缝的宽度为20~500 μm 。

5. 根据权利要求1~4之任一项所述的一种封缝堵气实验模拟装置的测试方法,其特征在于包括以下步骤:

1) 搭建装置:将所述平流泵(2)的进液口通过一段管线与储液罐(1)相连;所述平流泵(2)的出液口通过一段装有截止阀一(4)和压力表一(5)的高压管线(3)与岩心夹持器(9)的循环液入口(27)相连;所述岩心夹持器(9)的循环液出口(28)通过一段装有减压阀一(6)的管线与储液罐(1)相连;所述岩心夹持器(9)另一端的滤液出口(29)通过截止阀二(14)与量筒(15)相连;

所述围压泵(11)通过一段装有围压控制阀(12)和围压表(13)的管线与岩心夹持器(9)的围压入口(22)相连;所述温度控制装置(7)连接加热套(8);

所述氮气瓶(16)通过一段装有减压阀(17)、驱替压力控制阀(18)和压力表二(19)的管线与岩心夹持器(9)的气体入口(30)相连;

所述气体流量计(21)通过气体出口阀门(20)连接所述岩心夹持器(9)的气体出口(31);

通过旋开所述岩心夹持器(9)两端的螺纹旋钮,将所述微裂缝岩心(10)放入岩心夹持器(9)中,用岩心堵头(23)、岩心柱塞(24)加以固定,旋紧螺纹旋钮;

2) 加入实验钻井流体:向储液罐(1)中加入配置好的钻井流体;

3) 驱替封堵实验:打开围压控制阀(12),通过围压泵(11)给岩心夹持器(9)加压至10~15MPa,加压后关闭围压控制阀(12);打开温度控制装置(7)提高加热套(8)的温度,待温度升至实验温度后,利用平流泵(2)向岩心夹持器(9)腔内循环钻井流体;通过改变流速,提供不同的驱替压力,驱替压力值0~8MPa,每个驱替压力下维持5~10min,打开截止阀二(14),通过管线用量筒(15)接收漏失液,记录下漏失量;

4) 气体承压测试实验:驱替封堵实验完成后,关闭截止阀一(4)、减压阀一(6),截止阀二(14),打开气体出口阀门(20),保持围压、温度不变,通过驱替压力控制阀(18)调节气驱压力,每个气驱压力点维持1~30min,记录气体突破岩心封堵层的压力值,通过气体流量计(21)记录在每一时间段内的气体流量,分析钻井液封堵微裂缝效果。

6. 根据权利要求5所述的一种封缝堵气实验模拟装置的测试方法,其特征在于:
所述3) 驱替封堵实验中,所述循环钻井流体的循环流速为0.01~100.00mL/min。

7. 根据权利要求5所述的一种封缝堵气实验模拟装置的测试方法,其特征在于:
所述3) 驱替封堵实验中,所述实验温度 $\leq 150^{\circ}\text{C}$,优选为室温~ 120°C 。

8. 根据权利要求5所述的一种封缝堵气实验模拟装置的测试方法,其特征在于:
所述3) 驱替封堵实验中,所述驱替压力值选自0.1、0.2、0.5、1.0、3.0、5.0、8.0MPa;每个驱替压力下维持5~10min。

9. 根据权利要求5所述的一种封缝堵气实验模拟装置的测试方法,其特征在于:
所述4) 气体承压测试实验中,所述气驱压力值选自0.1、0.2、0.5、1.0、2.0、3.0、4.0、5.0MPa;每个气驱压力点维持1~30min。

10. 根据权利要求5所述的一种封缝堵气实验模拟装置的测试方法,其特征在于包括以下步骤:

所述搭建装置步骤完成后,全面检查管线连接处是否连接紧密,阀门开关是否正常,压力表读数是否精确。

一种封缝堵气实验模拟装置及测试方法

技术领域

[0001] 本发明涉及模拟石油天然气钻井的实验装置领域,更进一步说,涉及一种封缝堵气实验模拟装置及测试方法。

背景技术

[0002] 在油气勘探与开发钻井过程中,地层中的流体(油、气、水等)进入井筒,可能导致溢流,如果失控便会导致井喷。气液置换多发生在裂缝性地层特别是垂直裂缝性地层,其根本原因是钻井液进入裂缝空间,挤压储存于裂缝中的天然气,导致天然气压力升高。同时,进入裂缝的钻井液必然分布于裂缝下部,将天然气挤压到裂缝的上部,当天然气压力升高到超过井筒有效液柱压力时,在裂缝顶端产生局部负压差,为了维持原有的压力平衡状态,裂缝内气体会侵入井筒,进而诱发了气侵。气液置换型气侵最典型出现的地区在我国塔里木油田塔中地区深部奥陶系目的层钻井中。其缝洞型油气藏气液置换速度快、循环排气作业时间长,易漏失和溢流,静止后循环全烃值高、排气时间长,导致储层钻井时效低,钻井周期长。缝洞型油气藏封缝堵气防气侵的关键在于在裂缝中能够又快又好的形成致密的封堵层,实现快速有效的封堵,防止钻井液在微过平衡条件下进入裂缝,压缩裂缝内气体,使得裂缝内气体进入井筒。

[0003] 目前实验室没有直接进行封缝堵气效果评价的实验装置及方法。间接进行钻井液封堵效果评价实验的方法主要有:高温高压滤失砂床实验、模拟裂缝封堵实验。高温高压滤失砂床实验是用一定目数的组合填砂制作成砂床,通过测量滤失量来评价封堵效果,此类实验仅能模拟钻井液对砂岩孔隙的封堵效果,无法模拟地层微裂缝的封堵效果。模拟裂缝封堵实验主要采用钢板模块或者有机玻璃模块制作的模拟岩心进行封堵实验,这2种方法制作的模拟岩心,一是缝宽在500 μm 以上,二是缝面光滑,通过一定的表面刻划,也无法模拟真实地层的岩石缝面粗糙度。

[0004] 李之军(李之军.垂直裂缝地层气液置换及钻井液防气侵封堵技术研究.西南石油大学博士学位论,2014.6.)公开了一种具有数据自动采集及压力自动恢复功能、裂缝面板可拆卸及裂缝宽度(0.3~1.0mm)可调的垂直裂缝气液置换及封缝堵气防气侵实验测试装置,可开展常温下模拟微裂缝封堵实验研究。

[0005] 刘永贵等(刘永贵,宋涛,徐用军.高温深井微裂缝封堵评价方法及其应用—以松辽盆地徐深气田为例.天然气工业,2016.36(2).)公开了使用与岩石成分接近的硅铝酸盐材料制作一种新型微裂缝岩心模型的技术,其微裂缝开度介于1~50 μm ,缝面粗糙度、孔隙发育情况及缝面形态与天然裂缝更加接近,自主设计了微裂缝封堵评价装置,工作温度达200 $^{\circ}\text{C}$,工作压力介于3.5~5.0MPa,可模拟井下工作液的流动状态开展封堵实验研究。

[0006] 李春霞等(李春霞,黄进军,崔茂荣.评价钻井液完井液对裂缝性地层封堵效果的新方法.西南石油大学学报自然科学版,2003,25(5):57~59.)公开的方法为利用387-42型泥浆失水仪,填集层采用10~20目、20~40目和80~100目三种类型的石英砂作填集层的填充颗粒,紧密堆积后来评价钻井液、完井液的封堵效果。

[0007] 公开号为CN103485762A的中国专利涉及一种可视化模拟泥页岩微裂缝封堵能力测试系统及其测试方法,通过把含有不同浓度、不同种类封堵剂的溶液或钻井液,在不同压差和时间等实验条件下,对单一或组合微裂缝岩样进行驱替封堵评价实验,对比侵入深度等指标和直接描述钻井中内泥饼的形成状况,优选合适的钻井液封堵剂和优化钻井液体系配方,解决了以往不能进行泥页岩微裂缝封堵可视化模拟评价的实验条件。但是其所使用的岩样为刻蚀裂缝钢化玻璃,不够真实接近真实地层微裂缝特点,不能进行堵气效果评价。

[0008] 以上方法在一定程度上评价了钻井液的封堵性能,但都无法模拟真实地层的裂缝特点,更无法模拟地层气侵的情况,进行封缝堵气的模拟实验评价。因此,急需一种能模拟微裂缝,并能测试微裂缝封缝堵气效果的模拟装置及评价方法。

发明内容

[0009] 为了解决现有技术中存在的上述问题,本发明提出一种封缝堵气实验模拟装置,具体地说涉及一种封缝堵气实验模拟装置及测试方法。本发明提供的封缝堵气实验模拟装置,模拟井下钻井液温压情况、气侵特点、微裂缝特点进行有效地模拟实验。使用本发明的装置和方法可定性研究不同裂缝宽度、封堵压差、封堵颗粒粒度级配、浓度等问题;可为实现对裂缝的快速有效封堵,阻止气液置换气侵发生及发展奠定理论和技术方法基础,最终构建一套防止裂缝地层发生气液置换气侵行之有效的钻井液封堵技术。

[0010] 本发明目的之一的一种封缝堵气实验模拟装置,包括微裂缝岩心10,微裂缝封堵测试系统,气体承压测试系统;

[0011] 所述微裂缝封堵测试系统包括储液罐1、平流泵2、高压管线3、截止阀一4、压力表一5、减压阀一6、岩心夹持器9、截止阀二14、量筒15;

[0012] 所述岩心夹持器9包括循环液入口27、循环液出口28、滤液出口29、气体入口30、气体出口31、加热套8、围压入口22;围压泵11通过一段装有围压控制阀12和围压表13的管线与岩心夹持器9的围压入口22相连;所述加热套8连接温度控制装置7;

[0013] 所述平流泵2的进液口通过一段管线与储液罐1相连;所述平流泵2的另一端出液口通过一段装有截止阀一4和压力表一5的高压管线与岩心夹持器9的循环液入口相连;所述岩心夹持器9的循环液出口通过一段装有减压阀一6的管线与储液罐1相连;

[0014] 所述气体承压测试系统包括氮气瓶16、减压阀二17、驱替压力控制阀18、压力表二19、气体出口阀门20、气体流量计21;

[0015] 所述氮气瓶16通过一段装有减压阀17、驱替压力控制阀18和压力表二19的管线与岩心夹持器9的气体入口30一端相连;

[0016] 所述气体流量计21通过气体出口阀门20连接所述岩心夹持器9的气体出口31。

[0017] 所述岩心夹持器9还包括放置岩心的岩心加持套25,所述岩心加持套25为抗高温的橡胶套,用于在围压条件下紧密包裹所述微裂缝岩心10;所述岩心加持套25内可固定插入一组待测岩样微裂缝岩心10,岩心加持套25两端由岩心柱塞24、岩心堵头23加以固定;所述加热套8为绝缘材料包裹的镍铬电阻丝,所述绝缘材料选自玻璃纤维;所述加热套8连接温度控制装置7;外部通过保温壳体26保温。

[0018] 所述微裂缝岩心10,为直径2.5cm、长度3~6cm的含单条裂缝或者双条裂缝的天然岩心或者人造岩心;可选自本领域常用的岩心。所述裂缝的宽度为20~500 μm 。

[0019] 本发明目的之二是提供一种封缝堵气实验模拟装置的测试方法,包括以下步骤:

[0020] 1) 搭建装置:将所述平流泵2的进液口通过一段管线与储液罐1相连;所述平流泵2的出液口通过一段装有截止阀一4和压力表一5的高压管线3与岩心夹持器9的循环液入口27相连;所述岩心夹持器9的循环液出口28通过一段装有减压阀一6的管线与储液罐1相连;所述岩心夹持器9另一端的滤液出口29通过截止阀二14与量筒15相连;根据需要,量筒前还可以安装一个冷凝接受器;

[0021] 所述围压泵11通过一段装有围压控制阀12和围压表13的管线与岩心夹持器9的围压入口相连;所述温度控制装置7连接加热套8;

[0022] 所述氮气瓶16通过一段装有减压阀17、驱替压力控制阀18和压力表二19的管线与岩心夹持器9的气体入口30相连;

[0023] 所述气体流量计21通过气体出口阀门20连接所述岩心夹持器9的气体出口31;

[0024] 通过旋开所述岩心夹持器9两端的螺纹旋钮,将所述微裂缝岩心10放入岩心夹持器9中,用岩心堵头23、岩心柱塞24加以固定,旋紧螺纹旋钮;

[0025] 所述搭建装置步骤完成后,全面检查管线连接处是否连接紧密,阀门开关是否正常,压力表读数是否精确。

[0026] 2) 加入实验钻井流体:向储液罐1中加入配置好的钻井流体;所述钻井流体可以为500~1000mL;所述钻井流体可以是膨润土浆、钻井液及其他含封堵微裂缝材料的封堵浆均可。

[0027] 3) 驱替封堵实验:打开围压控制阀12,通过围压泵11给岩心夹持器9加压至10~15MPa,加压后关闭围压控制阀12;打开温度控制装置7提高加热套8的温度,待温度升至实验温度后,利用平流泵2向岩心夹持器9腔内循环钻井流体;通过改变流速,提供不同的驱替压力,驱替压力值0~8MPa(如可以是0.1、0.2、0.5、1.0、3.0、5.0、8.0MPa),每个驱替压力下维持5~10min,打开截止阀二14,通过管线用量筒15接收漏失液,记录下漏失量;

[0028] 4) 气体承压测试实验:驱替封堵实验完成后,关闭截止阀一4、减压阀一6,截止阀二14,打开气体出口阀门20,保持围压、温度不变,通过驱替压力控制阀18调节气驱压力(如可以是0.1、0.2、0.5、1.0、2.0、3.0、4.0、5.0MPa等压力值),每个气驱压力点维持1~30min,记录气体突破岩心封堵层的压力值,通过气体流量计21记录在每一时间段内的气体流量,分析钻井液封堵微裂缝效果。

[0029] 所述3) 驱替封堵实验中,所述循环钻井流体的循环流速为0.01~100.00mL/min。

[0030] 所述3) 驱替封堵实验中,所述实验温度 $\leq 150^{\circ}\text{C}$,优选为室温~120 $^{\circ}\text{C}$ 。

[0031] 所述3) 驱替封堵实验中,所述驱替压力值可选自0.1、0.2、0.5、1.0、3.0、5.0、8.0MPa;每个驱替压力下维持5~10min。

[0032] 所述4) 气体承压测试实验中,所述气驱压力值可选自0.1、0.2、0.5、1.0、2.0、3.0、4.0、5.0MPa;每个气驱压力点维持1~30min。

[0033] 本发明通过把含有不同类型、配比、浓度的封堵材料的溶液或者钻井液,在不同循环流速、压差、温度等实验条件下,对含有单一或者组合微裂缝的岩心进行封堵评价实验,分析对比不同钻井液对不同裂缝开度的微裂缝的漏失量,实现对各种钻井液的封堵特性进行分析研究,同时模拟井下微裂缝气侵井筒的特点,测试封堵岩心气体承压能力以及气体流速,评价钻井液封堵微裂缝的封缝堵气效果,从而优选合适的钻井液封缝堵气材料及优

化钻井液体系配方,解决了以往不能进行封缝堵气模拟实验困难,为微裂缝碳酸盐岩地层、微裂隙发育的页岩地层的安全钻进提供一种新的评价实验研究手段。

[0034] 本发明与现有技术相比,其有益效果是:

[0035] 1) 可进行微裂缝岩心封堵实验:通过人造/天然岩心的微裂缝,裂缝宽度 $20\sim 500\mu\text{m}$,模拟真实地层的微裂缝开度及裂缝面粗糙度,切合实际地层,提高实验优选出的封堵材料及体系性能的可靠性。

[0036] 2) 可模拟井下钻井液环境进行封堵实验:通过平流泵的循环作用,夹持器的加温作用,模拟真实井下钻井液在井下的循环情况,提高实验数据的有效性。

[0037] 3) 可综合整体评价钻井液封缝堵气情况:通过封堵微裂缝系统及气体承压测试系统,可综合评价封堵材料及钻井液体系的封堵微裂缝能力及模拟气侵情况,测试封堵材料能否有效阻止气侵的发生,提高钻井安全。

[0038] 4) 该发明可模拟井下钻井液温度(150°C)、循环条件,有效评价封堵钻井液对于微裂缝岩心($20\sim 500\mu\text{m}$)的封缝堵气效果,优选出漏失量(1h) $< 1\text{mL}$,气测承压能力 $> 5\text{MPa}$ 的封缝堵气体系或材料,为封堵材料的优选、级配提供可靠的实验数据支持,从而形成一套封缝堵气的实验评价方法及操作流程。

附图说明

[0039] 图1为本发明封缝堵气实验模拟装置的示意图;

[0040] 图2为本发明封缝堵气实验模拟装置中岩心夹持器的示意图;

[0041] 图中:1.储液罐,2.平流泵,3.高压管线,4.截止阀一,5.压力表一,6.减压阀一,7.温度控制装置,8.加热套,9.岩心夹持器,10.微裂缝岩心,11.围压泵,12.围压控制阀,13.围压表,14.截止阀二,15.量筒,16.氮气瓶,17.减压阀二,18.驱替压力调节阀,19.压力表二,20.气体出口阀门,21.气体流量计,22.围压入口,23.岩心堵头,24.岩心柱塞,25.岩心加持套,26.保温壳体,27.循环液入口,28.循环液出口,29.滤液出口,30.气体入口,31.气体出口。

具体实施方式

[0042] 下面结合实施例,进一步说明本发明。但本发明不受这些实施例的限制。

[0043] 实施例1

[0044] 1.配置浓度为2%膨润土浆,选取2种超细碳酸钙封堵材料:100目超细碳酸钙和400目超细碳酸钙,将2种封堵材料加入2%膨润土浆中,配制成浓度为2%的实验钻井流体500mL待用。

[0045] 2.按照图1所示,将实验设备及管线连接装配好,并全面检查管线连接处是否连接紧密,阀门开关是否正常,压力表读数是否精确。选取裂缝开度为 $100\mu\text{m}$ 、长度 $3\sim 6\text{cm}$ 、直径 2.5cm 的天然岩心作为微裂缝岩心10。

[0046] 通过旋开所述岩心夹持器9两端的螺纹旋钮,从而打开岩心夹持器9,将所述微裂缝岩心10放入岩心夹持器9中的岩心加持套25内,用岩心堵头23、岩心柱塞24加以固定,旋上两端的螺纹旋钮;实验前,将配制好的实验钻井流体缓慢倒入储液罐中1。

[0047] 3.驱替封堵实验:打开围压控制阀12,通过围压泵11给岩心夹持器9加压至 10MPa ,

加压后关闭围压控制阀12;打开温度控制装置7,待温度升至120℃后,利用平流泵2向岩心夹持器9腔内循环钻井液,以模拟钻井液在井筒中的流动状态,驱替压力值2MPa,维持5min,打开截止阀二14,用量筒15接收漏失液,记录下5min内的漏失量。

[0048] 4. 气体承压测试实验:驱替封堵实验完成后,关闭截止阀一4、减压阀一6,截止阀二14,打开气体出口阀门20,保持围压、温度不变,打开减压阀17,通过驱替压力调节阀18调节气驱压力(0~5MPa),每个气驱压力点维持5min,记录气体突破岩心封堵层的压力值,通过气体流量计21记录在5min内的气体流量,分析实验钻井流体封堵微裂缝效果。实验结果如下表1所示。

[0049] 表1不同钻井流体在同样实验条件下对单一缝封缝堵气效果对比实验

实验钻井流体	正向驱替压力 MPa	漏失量 mL	气体突破压力 MPa	突破后气体流量 mL/min
[0050] 2%膨润土浆	2	52.6	0.05	802
2%膨润土浆+2% 100目超钙	2	10.6	0.15	225
2%膨润土浆+2% 400目超钙	2	36.5	0.08	516

[0051] 实施例2

[0052] 1. 先配置浓度为2%膨润土浆,然后选取4种封堵材料,100目超细碳酸钙,400目超细碳酸钙,微米级短纤维,400目云母粉;分别制备成四组实验钻井流体(具体配方见表2),待用。

[0053] 2. 搭建装置:按照图1所示,将实验设备及管线连接装配好,并全面检查管线连接处是否连接紧密,阀门开关是否正常,压力表读数是否精确。分别选取裂缝开度为50μm、300μm的单一裂缝岩心作为微裂缝岩心10。

[0054] 通过旋开所述岩心夹持器9两端的螺纹旋钮,从而打开岩心夹持器9,将所述微裂缝岩心10放入岩心夹持器9中的岩心加持套25内,用岩心堵头23、岩心柱塞24加以固定,旋上两端的螺纹旋钮;实验前,将配制好的实验钻井流体缓慢倒入储液罐中1。

[0055] 3. 驱替封堵实验:打开围压控制阀12,通过围压泵11给岩心夹持器9加压至10MPa,加压后关闭围压控制阀12;打开温度控制装置7,待温度升至120℃后,利用平流泵2向岩心夹持器9腔内循环钻井液,驱替压力值0~8MPa,1、3、5、8MPa每个驱替压力下维持10min,打开截止阀二14,通过管线,用量筒15接收漏失液,记录下10min内的漏失量。

[0056] 4. 气体承压测试实验:驱替封堵实验完成后,关闭截止阀一4、减压阀一6,截止阀二14,打开气体出口阀门20,保持围压、温度不变,打开减压阀17,通过驱替压力调节阀18调节气驱压力0~5MPa,每个气驱压力点维持5min,记录气体突破岩心封堵层的压力值,通过气体流量计21记录在5min内的气体流量,分析钻井流体封堵微裂缝效果。实验结果如下表2所示。

[0057] 表2不同实验钻井流体对微裂缝封缝堵气效果对比实验

[0058]

钻井流体	缝宽 μm	正向驱替压力 MPa	漏失量 mL	气体突破压力 MPa	突破后气体流量 mL/min
2%膨润土浆+2% 400目超钙	50	4.5	20.5	0.8	245
2%膨润土浆+2% 400目超钙+1%短 纤维		>8.0	0.2	2.5	106
2%膨润土浆+2% 100目超钙	300	2.6	35.6	1.2	202
2%膨润土浆+2% 100目超钙+2% 400目云母粉+1% 短纤维		>8.0	0.5	4.6	89

[0059] 从表1和表2的漏失量、气体突破压力、突破后气体流量的实验结果可以看出,封堵缝宽 $100\mu\text{m}$ 岩心,2%膨润土浆+2%100目超钙的封缝堵气效果要优于其他封堵材料;而对于 $50\mu\text{m}$ 及 $300\mu\text{m}$ 的微裂缝,通过不同类型的封堵材料的复配后的封堵效果要优于只有1种类型的封堵材料的封缝堵气效果。

[0060] 从本实施例的实验结果可以看出,本发明的封缝堵气实验模拟装置及测试方法能较好地模拟井下条件评价实验钻井流体的封缝堵气效果,可用于优选与地层微裂缝匹配的封堵材料。

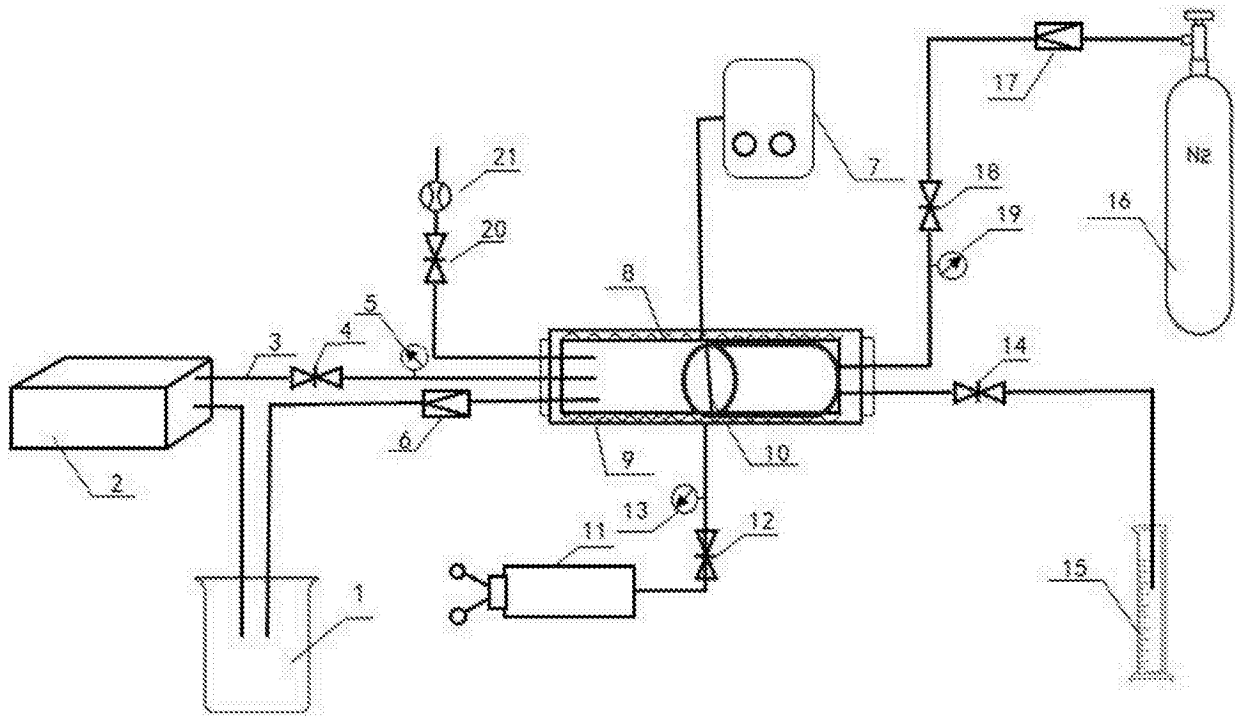


图1

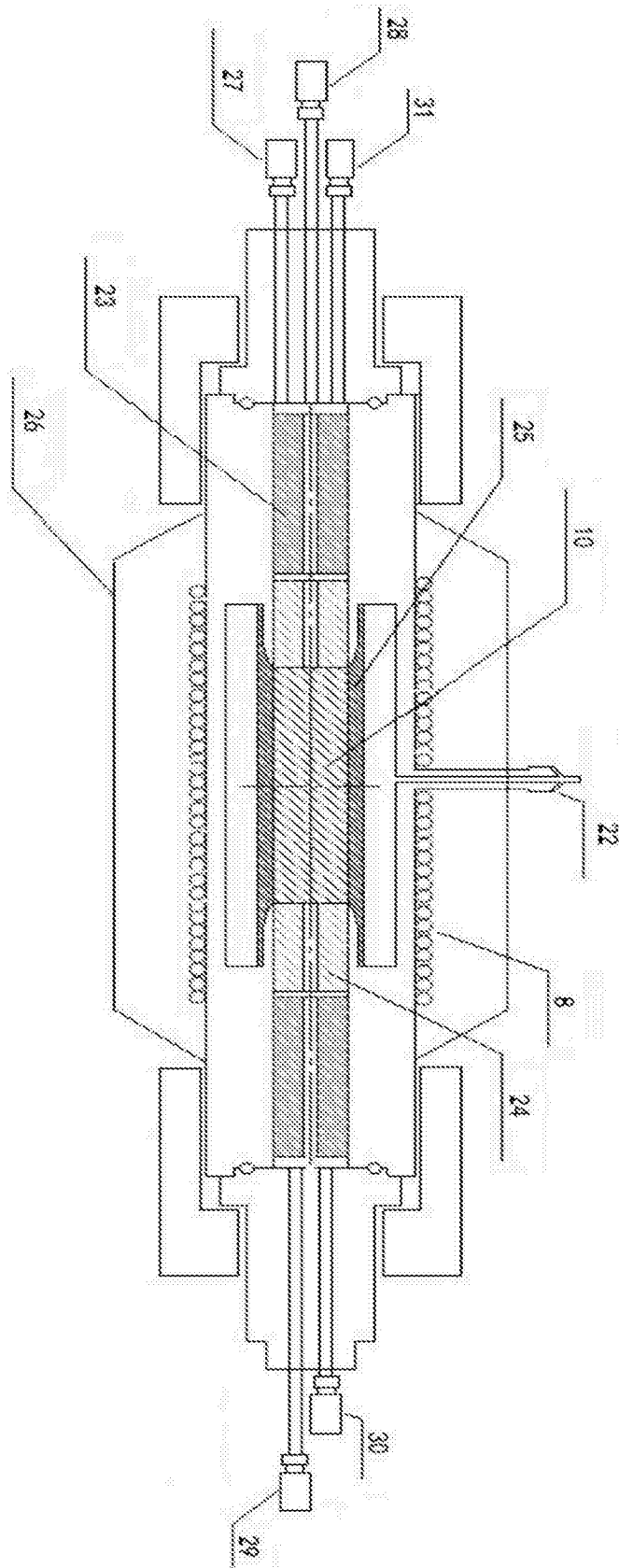


图2