



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103161455 B

(45) 授权公告日 2016. 01. 06

(21) 申请号 201110421883. X

(22) 申请日 2011. 12. 15

(73) 专利权人 长江大学

地址 434023 湖北省荆州市南环路 1 号

(72) 发明人 余维初 罗跃 吴志坚 余钢

(74) 专利代理机构 北京市中实友知识产权代理
有限责任公司 11013

代理人 熊成香

(51) Int. Cl.

E21B 49/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 202381087 U, 2012. 08. 15, 权利要求
1-3.

CN 2748917 Y, 2005. 12. 28, 全文.

CN 101701520 A, 2010. 05. 05, 全文.

GB 2258734 B, 1995. 02. 01, 全文.

FR 2663121 A1, 1991. 12. 13, 全文.

CN 201635721 U, 2010. 11. 17, 全文.

审查员 张海燕

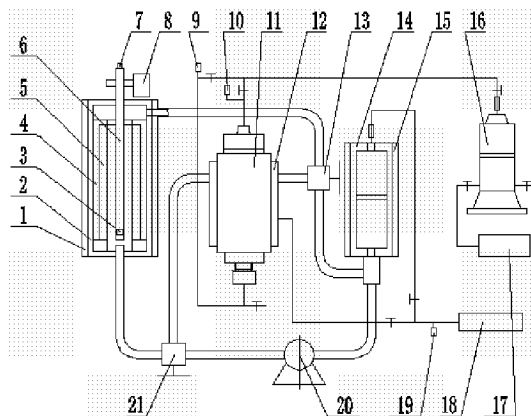
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

高温高压泥页岩井壁稳定性评价装置

(57) 摘要

本发明涉及一种高温高压泥页岩井壁稳定性评价装置,属石油勘探开发过程中油气层保护的实验评价设备技术领域;其特征在于由井壁模拟装置、三轴压力室(11)、泥浆容器(14)、活塞容器(16)、平流泵(17)、电动计量泵(18)、泥浆泵(20)、数据采集处理系统组成;本发明能够在模拟井下温度、压力和循环流体流动的条件下,对模拟井壁进行钻井液冲刷损害试验,通过超声波测量及成像手段模拟井壁被外来流体侵蚀后的扩径、缩径及垮塌的程度,可实时观测和记录模拟井壁冲刷的程度及造壁情况,为综合评价钻井液完井液对井壁失稳以及垮塌程度的影响提供了新的综合测试手段,具有重复性能好、结构简单、操作简便、性能稳定等特点。



1. 高温高压泥页岩井壁稳定性评价装置, 由井壁模拟装置、出口压力传感器 (9)、进口压力传感器 (10)、压力室加热器 (12)、出液换向阀 (13)、泥浆容器加热器 (15)、围压传感器 (19)、进液换向阀 (21)、数据采集处理系统组成; 其特征在于在其结构中设置有三轴压力室 (11)、泥浆容器 (14)、活塞容器 (16)、平流泵 (17)、电动计量泵 (18)、泥浆泵 (20); 所述的井壁模拟装置由井壁加热器 (1)、井壁外筒 (2)、超声波探头 (3)、井壁内筒 (4)、模拟井壁 (5)、超声波探杆 (6)、数据采集连接器 (7)、旋转升降器 (8) 构成; 在井壁外筒 (2) 外装有井壁加热器 (1); 在井壁外筒 (2) 内装有井壁内筒 (4); 在井壁内筒 (4) 内装有模拟井壁 (5); 在井壁外筒 (2) 的筒底设有钻井循环液进口; 在井壁外筒 (2) 上方的侧壁上设有钻井循环液出口; 超声波探杆 (6) 安装在井壁外筒 (2) 的上盖上, 超声波探杆 (6) 的下端插入到井壁内筒 (4) 内; 超声波探头 (3) 固定安装在超声波探杆 (6) 的下端, 数据采集连接器 (7) 安装在超声波探杆 (6) 的上端, 超声波探头 (3) 通过数据采集连接器 (7) 与数据采集处理系统相连接; 超声波探杆 (6) 的上端与旋转升降器 (8) 相连接; 进液换向阀 (21) 的左端口与井壁外筒 (2) 筒底的钻井循环液进口通过循环管道相连接; 进液换向阀 (21) 的上端口与三轴压力室 (11) 的左进口通过循环管道相连接; 进液换向阀 (21) 的右端口与泥浆泵 (20) 的出口通过循环管道相连接; 泥浆泵 (20) 的进口与泥浆容器 (14) 的下部出口通过循环管道相连接; 出液换向阀 (13) 的左端口与三轴压力室 (11) 的右出口通过循环管道相连接; 出液换向阀 (13) 的上端口与井壁外筒 (2) 侧壁上的钻井循环液出口通过循环管道相连接; 出液换向阀 (13) 的下端口与泥浆容器 (14) 的下部进口通过循环管道相连接; 活塞容器 (16) 的上部通过一个三通管分别与三轴压力室 (11) 的上压头和下压头相连接; 平流泵 (17) 与活塞容器 (16) 的下部进口相连接; 电动计量泵 (18) 的出口端通过一个三通管分别与三轴压力室 (11) 的筒体和泥浆容器 (14) 的上端相连接; 压力室加热器 (12) 固定安装在三轴压力室 (11) 的外壁上; 泥浆容器加热器 (15) 固定安装在泥浆容器 (14) 的外壁上; 在三轴压力室 (11) 的上压头上装有进口压力传感器 (10); 在三轴压力室 (11) 的下压头上装有出口压力传感器 (9); 在电动计量泵 (18) 的出口端装有围压传感器 (19); 数据采集处理系统通过信号线分别与旋转升降器 (8)、出口压力传感器 (9)、进口压力传感器 (10)、平流泵 (17)、电动计量泵 (18)、围压传感器 (19) 相连接。

高温高压泥页岩井壁稳定性评价装置

技术领域：

[0001] 本发明涉及一种高温高压泥页岩井壁稳定性评价装置，属石油勘探开发过程中油气层保护的实验评价设备技术领域。

背景技术：

[0002] 井壁失稳问题是石油钻井过程中普遍存在的一个世界性难题，尤其是引起的井下复杂情况和诱发的其它井下事故对钻井工程危害极大。井壁不稳定严重影响钻井的速度、质量和成本，而且还会污染储层，给试油以及油气开发带来不利影响，甚至延误勘探开发的进程，影响油气钻探开发的综合经济效益。因此，防止井壁失稳是一项贯穿油气井勘探开发过程的系统工程。

[0003] 井壁失稳是由多种因素造成的，如地质构造、原地应力、地层的岩性和产状、粘土矿物类型、钻井液性能及其与泥页岩井壁之间的物化反应、钻井作业的影响等，故在研究井壁失稳时不再单纯地将其视为纯力学或化学问题，需从力化耦合的角度分析，以便更真实地评价井壁失稳问题。

[0004] 在地层被打开的同时，井壁就与钻井液接触并发生离子交换、两者由于化学势差异产生了渗透作用、在压差作用下的液体侵入以及由于毛管力产生的渗析等各种反应，使泥页岩水化产生水化应力，引起岩石力学参数的变化，继而引起岩石受力状态的变化，岩石逐步遭破坏而出现井壁失稳。

[0005] 因此，通过模拟井下条件的井壁失稳评价实验，评价钻井液和完井液对井壁的冲刷情况和泥页岩的膜效率，从而优选钻井液和完井液，并为钻井液和完井液的设计提供实验数据和分析，是关系到钻井作业安全进行、提高钻井效率的关键。

[0006] 目前石油行业已从力化耦合协同作用机理方面来研究井壁稳定性问题。根据薄膜效应的井壁稳定模型，现在已经研发出了泥页岩水化 / 力学耦合实验装置、泥页岩膜效率测定仪、高温高压井壁稳定性测试仪、岩心浸泡装置、高温高压井壁稳定模拟实验装置等各种仪器，来用于评价钻井液对井壁稳定的影响，但上述实验装置还不能完全真实地反映井下条件下钻井液对井壁失稳的影响。因此，研制出一种能够模拟井下高温高压及流动条件下钻井液对井壁失稳影响的室内评价仪器意义非常重大，以满足钻井作业安全快速进行的需要。

发明内容：

[0007] 为了克服现有技术的不足，本发明的目的在于提供一种高温高压泥页岩井壁稳定性评价装置，能够在模拟井下温度、压力和流体流动的条件下，对模拟井壁进行钻井液冲刷损害试验，优选适合井壁稳定的钻井液和完井液体系，具有结构简单、操作简便、性能稳定、重复性能好的特点。

[0008] 本发明是通过如下技术方案来实现上述目的的。

[0009] 高温高压泥页岩井壁稳定性评价装置由井壁模拟装置、出口压力传感器、进口压

力传感器、三轴压力室、压力室加热器、出液换向阀、泥浆容器、泥浆容器加热器、活塞容器、平流泵、电动计量泵、围压传感器、泥浆泵、进液换向阀、数据采集处理系统组成。

[0010] 所述的井壁模拟装置由井壁加热器、井壁外筒、超声波探头、井壁内筒、模拟井壁、超声波探杆、数据采集连接器、旋转升降器构成；在井壁外筒外装有井壁加热器；在井壁外筒内装有井壁内筒；在井壁内筒内装有模拟井壁；在井壁外筒的筒底设有钻井循环液进口；在井壁外筒上方的侧壁上设有钻井循环液出口；超声波探杆安装在井壁外筒的上盖上，超声波探杆的下端插入到井壁内筒内；超声波探头固定安装在超声波探杆的下端，数据采集连接器安装在超声波探杆的上端；超声波探头通过数据采集连接器与数据采集处理系统相连接；超声波探杆的上端与旋转升降器相连接，通过旋转升降器的电机控制可以实现超声波探杆的旋转和升降。

[0011] 进液换向阀的左端口与井壁外筒筒底的钻井循环液进口通过循环管道相连接；进液换向阀的上端口与三轴压力室的左进口通过循环管道相连接；进液换向阀的右端口与泥浆泵的出口通过循环管道相连接；泥浆泵的进口与泥浆容器的下部出口通过循环管道相连接；出液换向阀的左端口与三轴压力室的右出口通过循环管道相连接；出液换向阀的上端口与井壁外筒侧壁上的钻井循环液出口通过循环管道相连接；出液换向阀的下端口与泥浆容器的下部进口通过循环管道相连接；活塞容器的上部通过一个三通管分别与三轴压力室的上压头和下压头相连接；平流泵与活塞容器的下部进口相连接；电动计量泵的出口端通过一个三通管分别与三轴压力室的筒体和泥浆容器的上端相连接；压力室加热器固定安装在三轴压力室的外壁上；泥浆容器加热器固定安装在泥浆容器的外壁上；在三轴压力室的上压头上装有进口压力传感器；在三轴压力室的下压头上装有出口压力传感器；在电动计量泵的出口端装有围压传感器；数据采集处理系统通过信号线分别与旋转升降器、出口压力传感器、进口压力传感器、平流泵、电动计量泵、围压传感器相连接。

[0012] 本发明与现有的技术相比具有如下有益效果：

[0013] 本发明能够在模拟井下温度、压力和循环流体流动的条件下，对模拟井壁进行钻井液冲刷损害试验，通过超声波测量及成像手段模拟井壁被外来流体侵蚀后的扩径、缩径及垮塌的程度，可实时观测和记录模拟井壁冲刷的程度及造壁情况，定量测试模拟井壁滤失速率，同时建立压力传递和化学渗透实验模型，定量测定泥页岩极低渗透率和泥页岩膜效率，为综合评价钻井液完井液对井壁失稳以及垮塌程度的影响提供了新的综合测试手段；解决了单一通过泥页岩极低渗透率和膜效率测试的力化耦合模型评价井壁失稳的局限性，从而更有利于优选适合井壁稳定的钻井液和完井液体系。该评价装置提高了测量过程的简便性和精准性，具有重复性能好、结构简单、操作简便、性能稳定等特点。

附图说明：

[0014] 图 1 为高温高压泥页岩井壁稳定性评价装置的总体结构示意图。

[0015] 图中：1. 井壁加热器、2. 井壁外筒、3. 超声波探头、4. 井壁内筒、5. 模拟井壁、6. 超声波探杆、7. 数据采集连接器、8. 旋转升降器、9. 出口压力传感器、10. 进口压力传感器、11. 三轴压力室、12. 压力室加热器、13. 出液换向阀、14. 泥浆容器、15. 泥浆容器加热器、16. 活塞容器、17. 平流泵、18. 电动计量泵、19. 围压传感器、20. 泥浆泵、21. 进液换向阀。

具体实施方式：

[0016] 本发明由井壁模拟装置、出口压力传感器 9、进口压力传感器 10、三轴压力室 11、压力室加热器 12、出液换向阀 13、泥浆容器 14、泥浆容器加热器 15、活塞容器 16、平流泵 17、电动计量泵 18、围压传感器 19、泥浆泵 20、进液换向阀 21、数据采集处理系统组成。

[0017] 所述的井壁模拟装置由井壁加热器 1、井壁外筒 2、超声波探头 3、井壁内筒 4、模拟井壁 5、超声波探杆 6、数据采集连接器 7、旋转升降器 8 构成；在井壁外筒 2 外装有井壁加热器 1；在井壁外筒 2 内装有井壁内筒 3；在井壁内筒 3 内装有模拟井壁 5；在井壁外筒 2 的筒底设有钻井循环液进口；在井壁外筒 2 上方的侧壁上设有钻井循环液出口；超声波探杆 6 安装在井壁外筒 2 的上盖上，超声波探杆 6 的下端插入到井壁内筒 3 内；超声波探头 3 固定安装在超声波探杆 6 的下端，数据采集连接器 7 安装在超声波探杆 6 的上端；超声波探头 3 通过数据采集连接器 7 与数据采集处理系统相连接；超声波探杆 6 的上端与旋转升降器 8 相连接，通过旋转升降器 8 的电机控制可以实现超声波探杆 6 的旋转和升降。

[0018] 进液换向阀 21 的左端口与井壁外筒 2 筒底的钻井循环液进口通过循环管道相连接；进液换向阀 21 的上端口与三轴压力室 11 的左进口通过循环管道相连接；进液换向阀 21 的右端口与泥浆泵 20 的出口通过循环管道相连接；泥浆泵 20 的进口与泥浆容器 14 的下部出口通过循环管道相连接；出液换向阀 13 的左端口与三轴压力室 11 的右出口通过循环管道相连接；出液换向阀 13 的上端口与井壁外筒 2 侧壁上的钻井循环液出口通过循环管道相连接；出液换向阀 13 的下端口与泥浆容器 14 的下部进口通过循环管道相连接；活塞容器 16 的上部通过一个三通管分别与三轴压力室 11 的上压头和下压头相连接；平流泵 17 与活塞容器 16 的下部进口相连接；电动计量泵 18 的出口端通过一个三通管分别与三轴压力室 11 的筒体和泥浆容器 14 的上端相连接；压力室加热器 12 固定安装在三轴压力室 11 的外壁上；泥浆容器加热器 15 固定安装在泥浆容器 14 的外壁上；在三轴压力室 11 的上压头上装有进口压力传感器 10；在三轴压力室 11 的下压头上装有出口压力传感器 9；在电动计量泵 18 的出口端装有围压传感器 19；数据采集处理系统通过信号线分别与旋转升降器 8、出口压力传感器 9、进口压力传感器 10、平流泵 17、电动计量泵 18、围压传感器 19 相连接。

[0019] 应用本发明的高温高压泥页岩井壁稳定性评价装置，可进行模拟井壁测试实验和泥页岩压力传递与化学渗透实验。

[0020] 1、模拟井壁测试实验：

[0021] 实验前，按要求完成泥浆的配置和预处理以及模拟井壁 5 的制备。实验时，先将已压制模拟井壁 5 的井壁内筒 4 安装到井壁外筒 2 中，并检查井壁内筒 4 和井壁外筒 2 的密封是否完好，安装配有超声波探杆 6 的顶盖，连接好信号线；将配制好的泥浆倒入泥浆容器 14 中，盖上泥浆容器 14 的顶盖，连接好加压管线。

[0022] 启动操作软件，输入实验基本参数并设定实验温度和泥浆循环返速，将泥浆泵 20 的排量设为 0.2m/s 后开启，打开井壁加热器 1 对模拟井壁 5 进行加热，打开泥浆容器加热器 15 对泥浆容器 14 进行加热；等温度达到实验设定值后，启动电动计量泵 18 对试液循环系统加压并保持压力为 3.5MPa，然后打开井壁外筒 2 上的滤失阀开始计量滤失量；按设定的时间间隔，启动旋转升降器 8，以 1r/min 顺时针匀速旋转超声波探杆 6，旋转 1 周后将超声波探杆 6 上提一定高度后再次旋转，与上相同，可在模拟井壁 5 内表面从下至上的 20 个

不同深度处完成测量,多次测量后结束实验。停止实验后关闭泥浆泵 20,停止井壁加热器 1 和泥浆容器加热器 15 加热,待温度降至 60℃后泄去循环系统压力,打开循环管道上的排污阀放掉实验泥浆,取出井壁内筒 4 观察模拟井壁 5 受泥浆侵蚀后的扩径、缩径及垮塌、泥饼形成等井壁变化情况,通过操作软件绘出模拟井壁 5 内表面的成象图,综合实验条件、模拟井壁 5 的组成和泥浆配方等数据,对实验结果进行综合评价。

[0023] 2、泥页岩压力传递与化学渗透实验:

[0024] A、实验前对实验岩样进行预处理,测定岩样活度和试验溶液活度,将实验岩样装入三轴压力室 11 中,装入实验岩样后启动电动计量泵 18,保持围压不变;启动平流泵 17,使用模拟孔隙液完成被测岩心的饱和和固化。

[0025] B、设定钻井液液柱压力,将三轴压力室 11 中的岩样上端压力增至钻井液液柱压力并保持压力恒定,岩样上、下端接触液体均为模拟孔隙液,且上端压力大于下端。接着利用操作软件自动记录岩样上、下端的压力以及围压的变化,待上、下两端的压力相近后停止平流泵 17。根据测得的压力变化曲线计算岩样的渗透率,绘制压力传递曲线。

[0026] C、启动电动计量泵 18 把循环系统的压力加到与钻井液液柱压力一致,启动泥浆泵 20,使钻井液流经岩样上端面以形成端面污染,替换掉岩样上端的孔隙液,保持岩样上端面压力不变。利用操作软件自动记录岩样上、下端的压力变化,待下端压力趋于稳定后停止记录。

[0027] D、根据测得的下端压力变化可计算泥页岩的极低渗透率、膜效率和离子扩散系数,绘制岩样在压力传递和化学渗透下的压力曲线,从而评价钻井液的对井壁稳定性的影响。

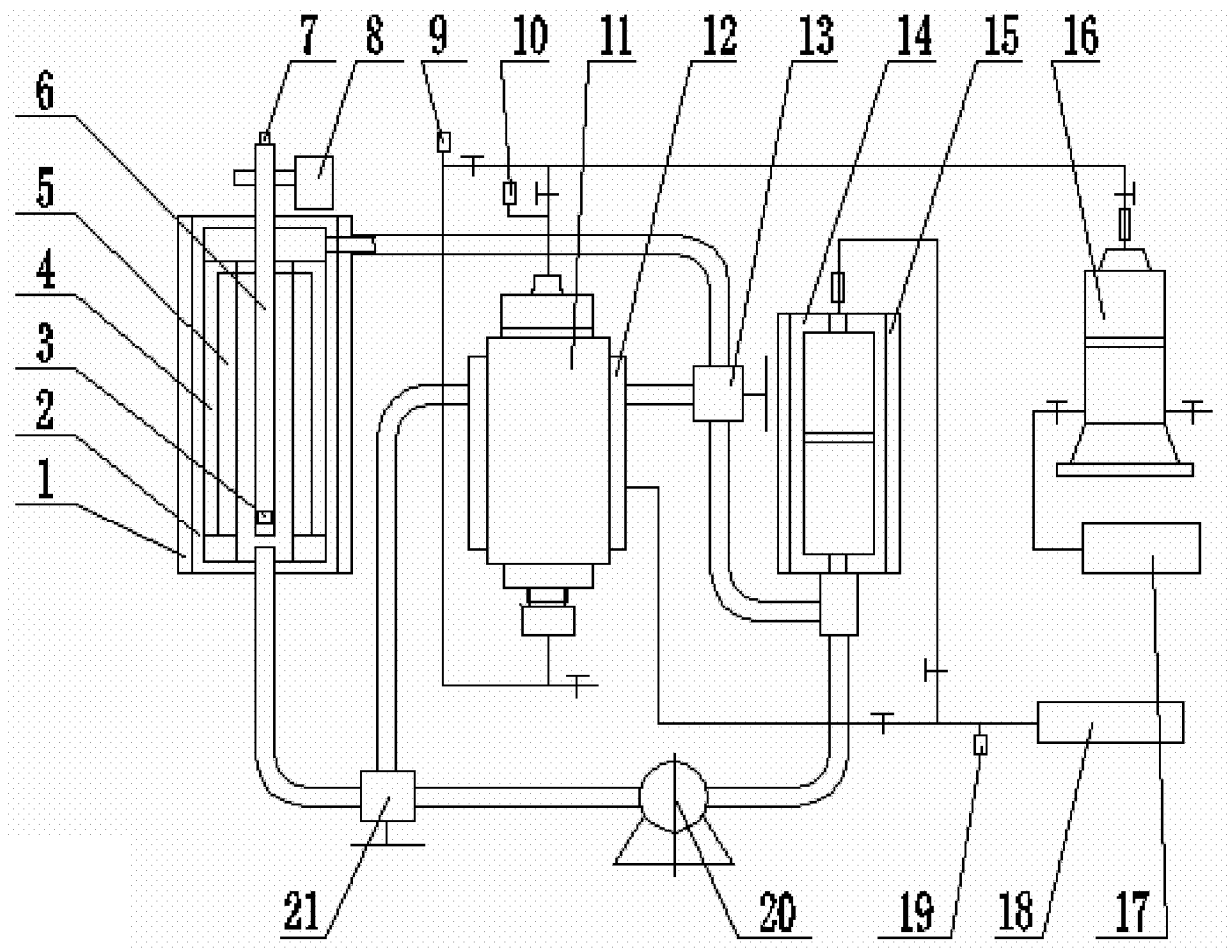


图 1