



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112903961 B

(45) 授权公告日 2022. 02. 01

(21) 申请号 202110071741.9

(22) 申请日 2018.11.20

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112903961 A

(43) 申请公布日 2021.06.04

(62) 分案原申请数据
201811381935.3 2018.11.20

(73) 专利权人 中国地质大学(北京)
地址 100191 北京市海淀区学院路29号

(72) 发明人 杨浩 吴少诚 段云星 陈文祥
孙哲 李锋胜 史林祥

(74) 专利代理机构 北京兴智翔达知识产权代理
有限公司 11768
代理人 郭卫芹

(51) Int.Cl.

G01N 33/24 (2006.01)

G01N 1/28 (2006.01)

G01N 1/34 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 101109281 A, 2008.01.23

CN 104990776 A, 2015.10.21

CN 104792596 A, 2015.07.22

US 2007062273 A1, 2007.03.22

US 2003139916 A1, 2003.07.24

CN 104675344 A, 2015.06.03

CN 106761679 A, 2017.05.31

江山红 等. 高温高压泥饼胶结模拟评价系统的研制与应用.《石油仪器》.2008,第22卷(第01期),第37-40页.

审查员 罗平

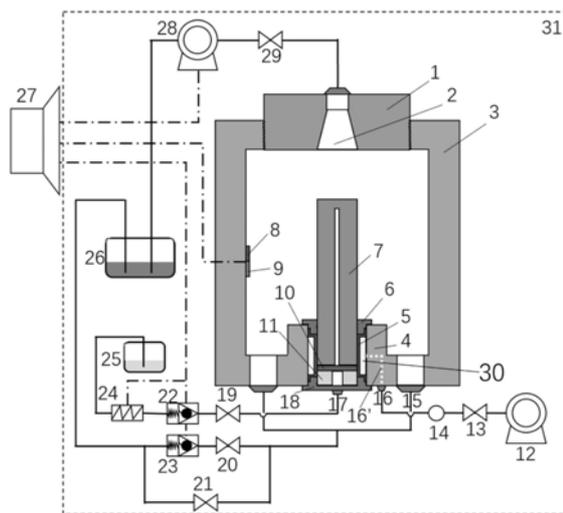
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

一种模拟井下钻井液循环形成泥饼的装置的使用方法

(57) 摘要

本申请提供了一种模拟井下钻井液循环形成泥饼的装置的使用方法,涉及油气井固井领域技术领域,该装置和方法克服了以往装置中钻井液只是在一个密闭空腔中搅拌而非实际井下流动循环状态的问题,同时可以真实模拟出实际井筒内和地层的压力,模拟井内温度、压力条件下泥饼的形成过程,最大化真实程度模拟出泥饼的形成和模拟出泥饼的冲洗过程,对冲洗液的冲洗效率的评价更具有可靠性,形成的泥饼的条件与实际情况更相符,模拟程度高。为后续对泥饼性能的研究以及分析泥饼对胶结质量的影响提供基础,为现场优选泥饼冲洗液提供参考。



1. 一种模拟井下钻井液循环形成泥饼的装置的使用方法,其特征在于,所述装置包括:

釜体;釜体底部设置有岩心夹持座和釜体环空出口,釜体顶部可拆卸设置有上釜盖;岩心夹持座上夹持有岩心,岩心底部设置有透水垫片;上釜盖正对岩心的位置设置有流体注入口;岩心夹持座上下两端分别设置有上堵头和下堵头,下堵头上设置有滤液出口;岩心夹持座内部岩心外表面套装有橡胶套,橡胶套外表面与岩心夹持座内表面环空部位形成环压腔;

流体循环系统;流体循环系统包括钻井液容器、滤液容器和环压泵;钻井液容器的进液口通过钻井液进液管连接釜体环空出口,钻井液容器的出液口通过钻井液出液管连接上釜盖的流体注入口;滤液容器的进液口通过滤液进液管连接下堵头的滤液出口;环压泵的出口通过环压腔流体管线连接至环压腔;沿流体流动方向,钻井液进液管上依次串联设置有第三控制阀和第二回压阀,钻井液出液管上依次串联设置有驱替泵和第五控制阀,滤液进液管上依次串联设置有第二控制阀、第一回压阀和流量计,环压腔流体管线上依次串联设置有第一控制阀和压力表;钻井液进液管上还并联设置有第四控制阀;

所述的上釜盖与釜体螺纹连接,上釜盖上的流体注入口从上到下呈逐渐增大的喇叭状结构;

所述的釜体内部设置有温度传感器和流速传感器;

所述的透水垫片底部设置有假岩心;

所述的釜体和流体循环系统均安装于恒温箱内部;

所述的驱替泵、温度传感器、流速传感器、第一回压泵、第二回压泵、流量计和恒温箱均电连接计算机;

所述的岩心夹持座设置于釜体底部中央位置;

所述的使用方法包括以下步骤:

(1) 岩心准备:选取岩心,在岩心的一端沿着中心轴线钻孔,钻孔未贯穿岩心;

(2) 安装岩心:将岩心放置于岩心夹持座上的橡胶套中,岩心的开孔方向朝下,向环压腔中注入压力流体使橡胶套固定住岩心,环压腔设置的流体压力高于第二回压阀的压力;

(3) 泥饼形成:调整恒温箱温度,调节第一回压阀和第二回压阀的压力值,开启驱替泵,钻井液从钻井液容器中被吸出,经驱替泵进入釜体中,当在釜体中的压力达到第一回压阀或第二回压阀的压力大小时,从相应的第一回压阀或第二回压阀流出,由于第一回压阀和第二回压阀之间的压力存在差值,钻井液在岩心内外两侧压差的作用下发生滤失,在岩心表面形成泥饼;

(4) 泥饼冲洗:在泥饼形成后,将钻井液容器中的钻井液替换为冲洗液,冲洗泥饼;

(5) 取出岩心:关闭驱替泵,将釜体中的残余流体排出;调整环压泵压力至零,将带有泥饼的岩心取出;

步骤(1)中,钻孔的直径为岩心直径的 $1/5\sim 1/10$,钻孔底部到岩心的另一端面的距离等于岩心半径减去钻孔半径的距离;

步骤(3)中,第二回压阀压力值大于第一回压阀压力值,当釜体中的压力达到第一回压阀或第二回压阀压力时,钻井液从相应的回压阀流出。

一种模拟井下钻井液循环形成泥饼的装置的使用方法

技术领域

[0001] 本发明涉及油气井固井领域,属于储层岩石物理实验技术,具体涉及一种模拟井下钻井液循环形成泥饼的装置的使用方法。

背景技术

[0002] 泥饼是钻井液在地层中滤失形成的,是影响固井第二界面胶结质量的一个重要因素,极大程度影响着固井质量的好坏,因而在现有的固井质量评价实验中应充分考虑泥饼的影响。

[0003] 目前室内评价固井胶结质量的装置研究众多,但对泥饼形成装置的研究较为单一,主要分为静态滤失和动态滤失两种。静态滤失是钻井液在静止的状态下流失从而在地层表面形成泥饼,但在实际工况中,新钻开地层时钻井液都是在循环流动的,故静态滤失与实际不符,形成泥饼的性能(如强度、渗透性)与实际情况存在差异。动态滤失则是在模拟钻井液循环流动的前提下在地层表面滤失形成泥饼,与实际情况更为相符。动态滤失泥饼形成装置目前存在较多研究,但仍存在许多不足。

[0004] 但本申请发明人在实现本申请实施例的过程中,发现上述技术至少存在如下技术问题:

[0005] (1) 钻井液是在密闭空间围绕岩心旋转流动的并不是循环流动的,且岩心堵住滤液出口,由于渗流路径长度导致渗流阻力的不同易在岩心表面形成厚度不均的泥饼,且很难形成一定厚度的泥饼;

[0006] (2) 目前实验室内存在的静态、动态滤失仪与实际井下工况仍存在较大的差异,无法完全模拟井下温度、压力、流速下钻井液的滤失情况。

[0007] 因此,针对现有研究存在的问题,提出一套能够完整真实地模拟出井下温度、压力以及钻井液流动状态的泥饼形成装置和方法是本领域技术人员研究的热点。

发明内容

[0008] 为了克服现有的技术无法完整真实的模拟井下工况的不足,本申请实施例提供了一种模拟井下钻井液循环形成泥饼的装置和方法,该装置和方法克服了以往装置中钻井液只是在一个密闭空腔中搅拌而非实际井下流动循环状态的问题,同时可以真实模拟出实际井筒内和地层的压力,最大化真实程度模拟出泥饼的形成和模拟出泥饼的冲洗过程,对冲洗液的冲洗效率的评价更具有可靠性,形成的泥饼的条件与实际情况更相符,模拟程度高。

[0009] 本申请实施例解决其技术问题所采用的技术方案是:

[0010] 一种模拟井下钻井液循环形成泥饼的装置,包括釜体和与釜体配套的流体循环系统,通过釜体和流体循环系统的配合,模拟井下钻井液循环形成泥饼。

[0011] 所述的釜体底部设置有岩心夹持座和釜体环空出口,岩心夹持座起到固定岩心的作用,釜体环空出口可排出釜体内部的液体;釜体顶部可拆卸设置有上釜盖,方便及时拆装上釜盖;岩心夹持座上夹持有岩心,岩心底部设置有透水垫片,透水垫片主要承放岩心并且

可以过滤滤液,避免滤液中的大颗粒进入流体循环系统发生堵塞;釜体内壁与岩心间存在环空间隙,为了最大化模拟井下环境,该环空间隙应尽量与实际井下环空间隙相符合,可根据要求设计。上釜盖中央位置设置有流体注入口,通过流体注入口注入流体;岩心夹持座上下两端分别设置有上堵头和下堵头,上堵头为环形堵头,与岩心夹持座螺纹连接,密封圈密封;下堵头为一圆形堵头,与岩心夹持座螺纹连接,密封圈密封,下堵头上设置有滤液出口,通过滤液出口方便排出滤液;上、下堵头套有橡胶套,压紧并固定橡胶套,橡胶套外表面与岩心夹持座内表面形成环压腔,向环压腔中注入压力流体使橡胶套压紧岩心,以固定岩心。

[0012] 所述的流体循环系统包括钻井液容器、滤液容器和环压泵,钻井液容器中装有钻井液,滤液容器用以收集滤液;钻井液容器的进液口通过钻井液进液管连接釜体环空出口,从而方便回收钻井液,钻井液容器的出液口通过钻井液出液管连接流体注入口,从而从流体注入口中注入钻井液,该条路线为钻井液循环时工作路线;滤液容器的进液口通过滤液进液管连接滤液出口,方便收集滤液;环压泵的出口通过环压腔流体管线连接至环压腔,可向环压腔中注入压力流体,使橡胶套压紧固定岩心;沿流体流动方向,钻井液进液管上依次串联设置有第三控制阀和第二回压阀,钻井液出液管上依次串联设置有驱替泵和第五控制阀,滤液进液管上依次串联设置有第二控制阀、第四回压阀和流量计,环压腔流体管线上依次串联设置有第一控制阀和压力表;钻井液进液管上还并联设置有第四控制阀。

[0013] 所述第一回压阀是为了在滤液出口端形成背压,模拟地层孔隙压力,所述第二回压阀是为了在釜体环空中形成压力,模拟井筒压力;第一回压阀和第二回压阀之间存在压差(一般井筒压力高于地层孔隙压力,即第二回压阀的压力值稍高于第一回压阀的压力值),使岩心内外两侧存在压差,钻井液在压差的作用下发生滤失,在岩心上形成泥饼。

[0014] 优选的,所述的上釜盖与釜体螺纹连接,方便拆装;上釜盖上的流体注入口从上到下呈逐渐增大的喇叭状结构,避免流体在注入时嘴口过小造成流速过大对岩心表面冲刷严重。

[0015] 优选的,所述的釜体内部设置有温度传感器和流速传感器,用以监控釜体内流体的温度和流速,达到模拟井下温度以及钻井液流速的目的。

[0016] 优选的,所述的透水垫片底部设置有假岩心,假岩心可调整岩心位置。

[0017] 优选的,所述的釜体和流体循环系统均安装于恒温箱内部,恒温箱模拟地层温度。

[0018] 优选的,所述的驱替泵、温度传感器、流速传感器、第一回压泵、第二回压泵、流量计和恒温箱均电连接计算机,由计算机控制相关工作模式,并记录数据。

[0019] 优选的,所述的岩心夹持座设置于釜体底部中央位置。

[0020] 一种模拟井下钻井液循环形成泥饼的方法,所述的方法包括以下步骤:

[0021] (1) 岩心准备:岩心尺寸大小可多样化,相应地可设计不同尺度的泥饼形成装置,在岩心的一端沿着中心轴线钻孔,钻孔未贯穿岩心,

[0022] (2) 安装岩心:卸掉上釜盖,将岩心放置于岩心夹持座的橡胶套中,且岩心的开孔方向朝下,打开第一控制阀,开启环压泵,恒压向橡胶套与岩心夹持座形成的环压腔中注入流体,压力值比设定的第一回压阀和第二回压阀的压力值高出2~3MPa,使橡胶套在环压的作用下压紧并固定岩心,同时防止釜体内压力高于环压时发生窜流。

[0023] (3) 泥饼形成:安装岩心后,将上釜盖拧回并密封好,开启恒温箱至实验要求的温度,调节第一回压阀和第二回压阀的压力值至实验要求的压力值(第二回压阀为钻井液液

柱压力值,第一回压阀为地层孔隙压力值,一般钻井液液柱压力略高于地层孔隙压力,即第二回压阀设定的压力值略高于第一回压阀压力值)。开启驱替泵,调节驱替泵的流量 Q ,使钻井液在釜体中的流速 v 达到井下环空钻井液的流速:由计算机记录驱替泵的工作压力和流量。已知釜体内径为 D_2 ,岩心的直径 D_1 ,则环空面积可知为 $A=\pi(D_2^2-D_1^2)/4$,故可大致估计环空的钻井液流速 $v=4Q/(\pi(D_2^2-D_1^2))$,再根据流速传感器显示的流速微调泵的流量 Q ,使环空流速尽量接近设定的流速。钻井液从容器中被驱替泵恒定流量吸出,流经驱替泵进入釜体中,当釜体环空中的压力达到第二回压阀的压力大小时,从釜体环空出口经第二回压阀流回钻井液容器,由于第一回压阀较小于第二回压阀的压力值,故岩心内外两侧存在压差,钻井液在压差作用下发生滤失,在岩心表面形成泥饼,而滤液从滤液出口经第一回压阀、流量计流至滤液容器。

[0024] (4) 泥饼冲洗:在泥饼形成后,停止驱替泵,将钻井液容器中的钻井液替换为冲洗液,重新开启驱替泵,调整驱替泵的流量,使冲洗液的流速模拟出井下冲洗液的流速,并使冲洗液循环冲洗泥饼一段时间,之后关闭驱替泵。

[0025] (5) 取出岩心:关闭驱替泵后,打开第四控制阀将釜体中的残余流体排放完全;关闭环压泵,使橡胶套中的压力流体退出;打开上釜盖,将带有泥饼的岩心取出。

[0026] 优选的,步骤(1)中,钻孔的直径为岩心直径的 $1/5\sim 1/10$,钻孔底部到岩心的另一端面的距离等于岩心半径减去钻孔半径的距离,即保证外部钻井液渗流到岩心钻孔内的路径长度一致。

[0027] 优选的,步骤(3)中,第二回压阀压力值大于第一回压阀压力值,当釜体中的压力达到第一回压阀或第二回压阀压力时,钻井液从相应的回压阀流出。

[0028] 优选的,步骤(4)中,还可对冲洗液的冲洗效率进行评价,具体实施方法为:

[0029] 在上述形成泥饼的方法步骤中,在安装岩心并拧回上釜盖后,关闭釜体的所有出口的阀门(即第二控制阀、第三控制阀),向釜体中注入钻井液加压饱和岩心,待岩心完全饱和和钻井液后,打开第四控制阀排放钻井液,取出岩心称其重量为 m_1 ;再次将岩心安装好,按照泥饼形成步骤进行钻井液循环,形成泥饼,取出岩心称其重量为 m_2 ;再次将岩心安装好,按照泥饼冲洗步骤进行冲洗液冲洗,冲洗完成后,取出岩心称其重量为 m_3 ;则冲洗效率可计算为:

$$[0030] \quad \eta = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1}$$

[0031] 与现有技术相比,本发明具有以下优点:

[0032] (1) 可真实完整地模拟出井下钻井液流动循环的过程,克服了以往装置中钻井液只是在一个密闭空腔中搅拌而非实际井下流动循环状态的问题,本发明可真实地模拟出井下钻井液流动形态和流速,形成的泥饼与实际情况更相符。

[0033] (2) 实际井下泥饼的形成是由于井筒内流体压力和地层孔隙压力存在压差,流体滤失在井壁形成泥饼。而本装置可真实模拟出实际井筒内和地层的压力,故形成的泥饼的条件与实际情况更相符,模拟程度高。

[0034] (3) 最大化真实程度模拟出泥饼的形成,并且可最大化模拟出泥饼的冲洗过程,对冲洗液的冲洗效率的评价更具有可靠性。

附图说明

[0035] 图1为模拟井下钻井液循环形成泥饼的装置结构示意图。

具体实施方式

[0036] 本申请实施例通过提供了一种模拟井下钻井液循环形成泥饼的装置和方法,解决现有技术中钻井液只是在一个密闭空腔中搅拌而非实际井下流动循环状态的问题,同时可以真实模拟出实际井筒内和地层的压力,最大化真实程度模拟出泥饼的形成和模拟出泥饼的冲洗过程,对冲洗液的冲洗效率的评价更具有可靠性,形成的泥饼的条件与实际情况更相符,模拟程度高。

[0037] 本申请实施例中的技术方案为解决上述的技术问题,总体思路如下:

[0038] 一种模拟井下钻井液循环形成泥饼的装置,包括釜体3和与釜体3配套的流体循环系统,通过釜体3和流体循环系统的配合,模拟井下钻井液循环形成泥饼。

[0039] 所述的釜体3底部设置有岩心夹持座4和釜体环空出口15,岩心夹持座4起到固定岩心的作用,釜体环空出口15方便排出釜体3内部的液体;釜体3顶部可拆卸设置有上釜盖1,方便及时拆装上釜盖1;岩心夹持座4上夹持有岩心7,岩心7底部设置有透水垫片10,透水垫片10主要承放岩心7并且可以过滤滤液,避免滤液中的大颗粒进入流体循环系统发生堵塞;釜体3内壁与岩心7间存在环空间隙,为了最大化模拟井下环境,该环空间隙应尽量与实际井下环空间隙相符合,可根据要求设计。上釜盖1正对岩心7的位置设置有流体注入口2,通过流体注入口2注入流体;岩心夹持座4上下两端分别设置有起固定作用的上堵头6和下堵头18,上堵头6为环形堵头,与岩心夹持座4螺纹连接,密封圈密封;上堵头6和下堵头18固定岩心7下部,下堵头18为一圆形堵头,与岩心夹持座4螺纹连接,密封圈密封,下堵头18上设置有滤液出口17,通过滤液出口17方便排出滤液;岩心7放置于岩心夹持座4的橡胶套5中,橡胶套5外表面与岩心夹持座4内表面环空部位形成环压腔30,向环压腔30中注入压力流体压紧岩心,可固定岩心7。

[0040] 所述的流体循环系统包括钻井液容器26、滤液容器25和环压泵12,钻井液容器26中装有钻井液,滤液容器25收集滤液;钻井液容器26的进液口通过钻井液进液管连接釜体环空出口15,从而方便回收钻井液,钻井液容器26的出液口通过钻井液出液管连接流体注入口2,从而从流体注入口2中注入钻井液,该条路线为钻井液循环时工作路线;滤液容器25的进液口通过滤液进液管连接滤液出口17,方便收集滤液;环压泵12的出口通过环压腔流体管线连接至环压腔30,方便对环压腔30增大压力,使橡胶套5压紧固定岩心7;沿流体流动方向,钻井液进液管上依次串联设置有第三控制阀20和第二回压阀23,钻井液出液管上依次串联设置有驱替泵28和第五控制阀29,滤液进液管上依次串联设置有第二控制阀19、第四回压阀22和流量计24,环压腔流体管线上依次串联设置有第一控制阀13和压力表14;钻井液进液管上还并联设置有第四控制阀21。

[0041] 所述第一回压阀22是为了在滤液出口17端形成背压,模拟地层孔隙压力,所述第二回压阀23是为了在釜体环空中形成压力,模拟井筒压力;第一回压阀22和第二回压阀23之间存在压差(一般井筒压力高于地层孔隙压力,即第二回压阀23的压力值稍高于第一回压阀22的压力值),使岩心7内外两侧存在压差,钻井液在压差的作用下发生滤失,在岩心7上形成泥饼。

[0042] 所述的上釜盖1与釜体3螺纹连接,方便拆装;上釜盖1上的流体注入口2从上到下呈逐渐增大的喇叭状结构,避免流体在注入时嘴口过小造成流速过大对岩心7表面冲刷严重。

[0043] 所述的釜体3内部设置有温度传感器8和流速传感器9,用以监控釜体3内流体的温度和流速,达到模拟井下温度以及钻井液流速的目的。

[0044] 所述的透水垫片10底部设置有假岩心11,假岩心11可调整岩心7位置。

[0045] 所述的釜体3和流体循环系统均安装于恒温箱31内部,恒温箱31模拟地层温度。

[0046] 所述的驱替泵28、温度传感器8、流速传感器9、第一回压泵22、第二回压泵23、流量计24和恒温箱31均电连接计算机27,由计算机27控制相关工作模式,并记录数据。

[0047] 所述的岩心夹持座4设置于釜体3底部中央位置。

[0048] 一种模拟井下钻井液循环形成泥饼的方法,具体包括以下步骤:

[0049] (1) 岩心准备:本发明采用的岩心尺寸大小可多样化,相应地可设计不同尺度的泥饼形成装置。在岩心7的一端沿着中心轴线钻孔,钻孔未贯穿岩心,钻孔底部到岩心的另一端面的距离应为岩心7的半径减去钻孔半径的长度,即保证外部钻井液渗流到岩心钻孔内的路径长度一致。钻孔的直径根据岩心的直径而定,一般取岩心直径的 $1/5 \sim 1/10$ 。

[0050] (2) 安装岩心:卸掉上釜盖1,将岩心7放置于岩心夹持座的橡胶套5之中,且岩心的开孔方向朝下。打开第一控制阀13,开启环压泵12,恒压模式向橡胶套5与岩心夹持座4形成的环压腔30中注入流体,压力值比第二回压阀23(取第一回压阀、第二回压阀中压力较大的值,本发明中第二回压阀的值略高于第一回压阀)的压力值高出 $2 \sim 3\text{MPa}$,防止釜体3内压力高于环压腔30时发生窜流,同时使橡胶套5在环压的作用下压紧岩心7,固定岩心7。

[0051] (3) 泥饼形成:安装岩心7后,将上釜盖1拧回并密封好,开启恒温箱31至实验要求的温度,调节第一回压阀22、第二回压阀23的压力值至实验要求的压力值(第二回压阀23为钻井液液柱压力值,第一回压阀22为地层孔隙压力值,一般钻井液液柱压力略高于地层孔隙压力,即第二回压阀23设定的压力值略高于第一回压阀21压力值)。开启驱替泵28,调节驱替泵的流量 Q ,使钻井液在釜体3与岩心之间环空中的流速 v 达到井下环空钻井液的流速,由计算机27记录驱替泵的工作压力和流量:

[0052] 已知釜体内径为 D_2 ,岩心的直径 D_1 ,则环空面积可知为 $A = \pi(D_2^2 - D_1^2)/4$,故可大致估计环空的钻井液流速 $v = 4Q/(\pi(D_2^2 - D_1^2))$,再根据流速传感器显示的流速微调泵的流量 Q ,使环空流速尽量接近设定的流速。

[0053] 钻井液从钻井液容器26中被驱替泵28恒定流量吸出,流经驱替泵28进入釜体3中,当在釜体环空中的压力达到第二回压阀23的压力大小时,从釜体环空出口15经第二回压阀23流回钻井液容器26,而第一回压阀22较小于第二回压阀23的压力值,故岩心7内外两侧存在压差,钻井液在从釜体环空出口15流出的同时,还在压差作用下发生滤失,在岩心7表面形成泥饼,滤液从滤液出口17经第一回压阀22、流量计24流至滤液容器25。

[0054] (4) 泥饼冲洗:在泥饼形成后,停止驱替泵28,将钻井液容器26中的钻井液替换为冲洗液。重新开启驱替泵28,调整驱替泵28的流量,使冲洗液的流速模拟出井下冲洗液的流速,并使冲洗液循环冲洗泥饼一段时间,之后关闭驱替泵28。

[0055] (5) 取出岩心:关闭驱替泵28后,打开第四控制阀21将釜体中的残余流体排放完全;关闭环压泵12,使橡胶套5与岩心夹持座4内壁形成的环压腔30中的压力流体退出;打开

上釜盖1,将带有泥饼的岩心7取出。

[0056] 在上述形成泥饼的方法步骤(2)后,即在安装岩心7并拧回上釜盖1后,关闭釜体3的所有出口的第二控制阀19、第三控制阀20,向釜体3中注入钻井液加压饱和岩心7,待岩心7完全饱和钻井液后,打开第四控制阀21排放钻井液,取出岩心称其重量为 m_1 ;再次将岩心安装好,按照上述泥饼形成步骤(3)进行钻井液循环,形成泥饼,取出岩心7称其重量为 m_2 ;再次将岩心安装好,按照上述泥饼冲洗步骤(4)进行冲洗液冲洗,冲洗完成后,取出岩心7称其重量为 m_3 ;则冲洗效率可计算为:

$$[0057] \quad \eta = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1}$$

[0058] 本装置形成泥饼的方法机理与井下完全相同,同时对泥饼冲洗的情况与实际冲洗泥饼的条件一致,故对冲洗液冲洗效率的评价具有极高的可信度。

[0059] 最后应说明的是:显然,上述实施例仅仅是为清楚地说明本发明所作的举例,而并非对实施方式的限定。对于所属领域的普通技术人员来说,在上述说明的基础上还可以做出其它不同形式的变化或变动。这里无需也无法对所有的实施方式予以穷举。而由此所引申出的显而易见的变化或变动仍处于本发明的保护范围之中。

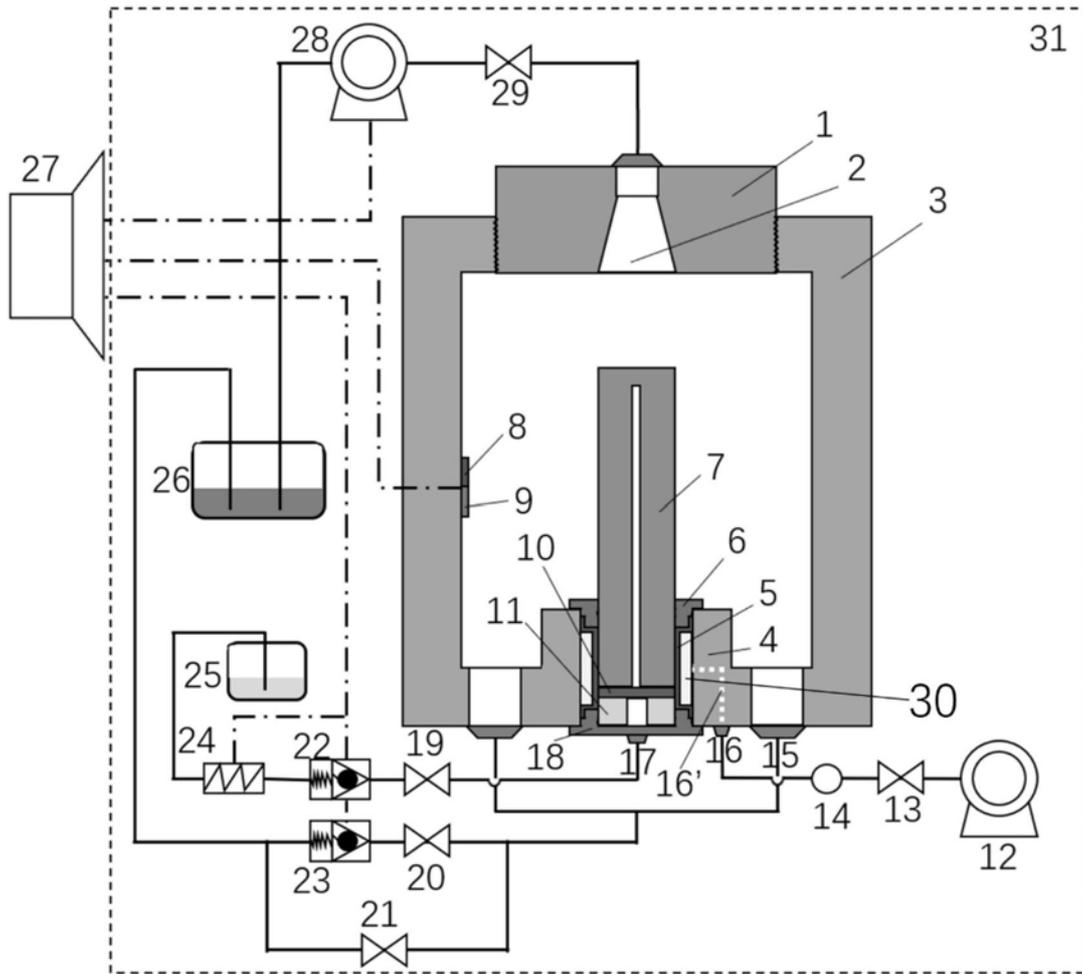


图1