



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102979505 A

(43) 申请公布日 2013. 03. 20

(21) 申请号 201210521160. 1

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2012. 12. 06

E21B 47/005(2012. 01)

(71) 申请人 中国海洋石油总公司

地址 100010 北京市东城区朝阳门北大街
25号

申请人 中海油研究总院
长江大学

(72) 发明人 曹砚锋 楼一珊 管虹翔 翟晓鹏

何保生 王利华 武广瑗 李忠慧
文敏 朱亮 史文专

(74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限
公司 11245

代理人 徐宁 关畅

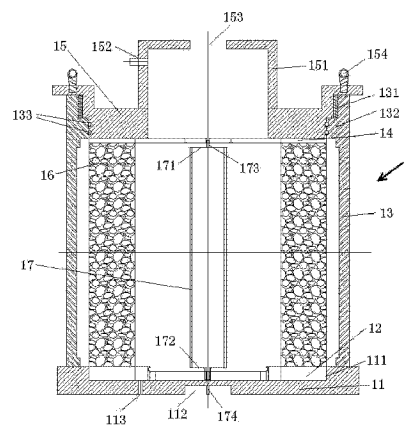
权利要求书 3 页 说明书 7 页 附图 5 页

(54) 发明名称

一种固井水泥环性能模拟实验装置及实验方法

(57) 摘要

本发明涉及一种固井水泥环性能模拟实验装置及实验方法,其中实验装置包括它包括一套泥饼循环装置、一套水泥环性能检测装置和一套胶结面剪切力实验装置;实验方法包括模拟井下实际温压条件下的固井试样的制作过程,检测水泥环的密封性能和耐腐蚀性能,检测水泥环的密封性和腐蚀性能,检测套管试样与水泥环之间胶结面剪切力和检测水泥环与地层试样之间胶结面剪切力。本发明由于采用的套管试样与实际固井中应用的套管材料和尺寸相同,所用的地层试样为标准的人造地层试样,其孔渗特性、强度特性及流体特性等均与实际井中的地层特性相同,因此本发明能够真实地模拟全尺寸固井动态变化,且模拟条件准确。本发明可以广泛用于各种固井动态变化的模拟实验中。



1. 一种固井水泥环性能模拟实验装置,其特征在于:它包括一套泥饼循环装置、一套水泥环性能检测装置和一套胶结面剪切力实验装置;

所述泥饼循环装置包括一具有通液口的下釜盖,所述下釜盖的顶面焊接有一筒体,且在所述下釜盖的凹缘内设置有一下托架,所述下托架顶面设置有一地层试样,所述地层试样顶面设置有一上托架,所述上托架顶面设置有一与所述筒体密封连接的、且具有侧面出液口和中心测井口的上釜盖,所述筒体中心设置有一连接驱动装置的实验工具;

所述水泥环性能检测装置包括一具有通液口的下釜盖,所述下釜盖的顶面焊接有一具有侧面进口的筒体,且在所述下釜盖的凹缘内设置有一下托架,所述下托架顶面设置有一固井试样,所述固井试样顶面设置有一与所述筒体密封连接的、且具有中心测井口的上釜盖;

所述胶结面剪切力实验装置包括一底座,所述底座顶面中心设置有一凸柱,所述底座顶面设置有一插设在所述凸柱上的垫块,所述垫块顶面设置有一固井试样,所述固井试样顶面设置有一冲压板,所述冲压板的底面设置有一圈凸缘;

所述固井试样包括一设置在外层的地层试样、一设置内层的套管试样和一将所述地层试样与所述套管试样胶结在一起的水泥环。

2. 如权利要求 1 所述的一种固井水泥环性能模拟实验装置,其特征在于:所述实验工具为一钻杆,所述钻杆上端通过一顶针连接在所述上托架中心,下端通过一转轴连接在所述下釜盖的中心,且所述转轴通过传动机构连接一电机。

3. 如权利要求 1 所述的一种固井水泥环性能模拟实验装置,其特征在于:所述实验工具为一洗井管,所述洗井管包括一输液管和一通过上封板和下封板连接在所述输液管上的套筒,所述下封板设置有若干垂向排液口,所述上、下封板之间的所述输液管上设置有若干径向排液口,所述下封板底面中心设置有一转轴,所述转轴穿过所述下釜盖,并通过传动机构连接一电机;所述输液管顶部穿过所述上托板,转动支撑在所述中心测井口处。

4. 如权利要求 1 或 2 或 3 所述的一种固井水泥环性能模拟实验装置,其特征在于:所述下托架包括一外圆环,在所述外圆环的内径设置有至少三个伸出爪,所述三个伸出爪通过一内圆环连接成一体,所述内圆环内的各所述伸出爪的高度均低于所述内圆环外的相应所述伸出爪的高度,且在分界处形成的凹台处设置有用以安装密封圈的凹槽。

5. 如权利要求 1 或 2 或 3 所述的一种固井水泥环性能模拟实验装置,其特征在于:所述上托架包括一圆环,所述圆环的内径设置有至少三个伸出爪,所述三个伸出爪的末端共同连接一具有中心孔的圆盘。

6. 如权利要求 4 所述的一种固井水泥环性能模拟实验装置,其特征在于:所述上托架包括一圆环,在所述圆环的内径设置有至少三个伸出爪,所述三个伸出爪的末端共同连接一具有中心孔的圆盘。

7. 如权利要求 1 或 2 或 3 或 6 所述的一种固井水泥环性能模拟实验装置,其特征在于:所述垫块包括分别使用的两块,其中一所述垫块的外径与所述套管试样的外径相匹配,另一所述垫块的顶面边缘设置有一圈凸缘,且凸缘的内、外径与所述水泥环的内、外径相匹配;所述冲压板包括分别使用的两块,其中一所述冲压板底面的凸缘内径大于所述套管试样的外径,小于所述水泥环的外径;另一所述冲压板底面的凸缘内径大于所述水泥环的外径。

8. 如权利要求 4 所述的一种固井水泥环性能模拟实验装置,其特征在于:所述垫块包括分别使用的两块,其中一所述垫块的外径与所述套管试样的外径相匹配,另一所述垫块的顶面边缘设置有一圈凸缘,且凸缘的内、外径与所述水泥环的内、外径相匹配;所述冲压板包括分别使用的两块,其中一所述冲压板底面的凸缘内径大于所述套管试样的外径,小于所述水泥环的外径;另一所述冲压板底面的凸缘内径大于所述水泥环的外径。

9. 如权利要求 5 所述的一种固井水泥环性能模拟实验装置,其特征在于:所述垫块包括分别使用的两块,其中一所述垫块的外径与所述套管试样的外径相匹配,另一所述垫块的顶面边缘设置有一圈凸缘,且凸缘的内、外径与所述水泥环的内、外径相匹配;所述冲压板包括分别使用的两块,其中一所述冲压板底面的凸缘内径大于所述套管试样的外径,小于所述水泥环的外径;另一所述冲压板底面的凸缘内径大于所述水泥环的外径。

10. 一种如权利要求 1~9 任一项所述装置的固井水泥环性能模拟实验方法,包括以下步骤:

1) 固井试样的制作

a、将地层试样放入泥饼循环装置的筒体中,将钻杆安装在筒体内,盖好上釜盖,并封住上釜盖上部的中心测井口,启动电机带动钻杆转动,同时从下釜盖的通液口连续注入钻井液,钻井液从上釜盖的出液口流出,被钻杆带起的钻井液会挂设在地层试样的内壁形成泥饼;

b、关闭电机,取出钻杆,通过声波测井仪测量粘接在地层试样内壁的泥饼层厚度;

c、封住下釜盖上的通液口,将洗井管安装在筒体内,盖好上釜盖,并将输液管的上部转动支撑在上釜盖的中心测井口处,启动电机带动洗井管转动,同时从洗井管中心的输液管顶部注入洗井液,洗井液从下封板的排液口流出,并向上充填在地层试样与洗井管之间的环空中,洗井管的转动起到搅拌洗井液的作用,洗井液从上釜盖的出液口流出;

d、关闭电机,取出洗井管,通过声波测井仪测量洗井后粘接在地层试样内壁的泥饼层厚度,并通过计算得到洗井前、后钻井液泥饼厚度的变化。

e、在上、下托架、之间装入套管试样,并向套管试样与地层试样之间的环空内注入固井水泥形成水泥环,待水泥环凝固后,便形成一将套管试样和地层试样胶结在一起的固井试样;

2) 水泥环的密封性能和耐腐蚀性能的检测

a、模拟油井在流体压力作用下水泥环胶结面密封性检测实验时,首先将步骤 1) 得的固井试样放入水泥环性能检测装置中,然后从筒体的进口注入油水混合物至筒体与固井试样之间的环空中,使油水混合物通过地层试样渗入水泥环,并从下釜盖上的通液口流出,最后利用声波检测仪测量得到油水混合物浸入后,水泥环内、外两个胶结面的声波曲线;

b、模拟气井在气体压力作用下水泥环胶结面密封性检测实验时,首先将步骤 1) 得的固井试样放入水泥环性能检测装置中,然后从筒体的进口注入氮气至筒体与固井试样之间的环空中,使氮气通过地层试样渗入水泥环,并从下釜盖上的通液口流出,最后利用声波检测仪测量得到氮气浸入后,水泥环内、外两个胶结面的声波曲线;

c、模拟二氧化碳腐蚀情况下水泥环胶结面的失效形式时,首先将步骤 1) 得的固井试样放入水泥环性能检测装置中,然后从筒体的进口注入二氧化碳气体至筒体与固井试样之间的环空中,使二氧化碳气体通过地层试样渗入水泥环,并从下釜盖上的通液口流出,最后利

用声波检测仪测量得到二氧化碳气体浸入后,水泥环内、外两个胶结面的声波曲线;

3) 套管试样与水泥环之间胶结面剪切力的检测

a、在胶结面剪切力实验装置中,选择一外径与套管试样外径相匹配的垫块,并装配在底座上;

b、将步骤 1) 得到的固井试样坐在垫块上;

c、选择一凸缘内径与套管试样外径匹配的冲压板,并压在固井试样的顶面;

d、向冲压板施加压力,并记录在施压过程中,套管试样与水泥环之间胶结面剪切力的实时数据;

4) 水泥环与地层试样之间胶结面剪切力的检测

a、在胶结面剪切力实验装置中,选择一外径与水泥环外径相匹配的垫块,并装配在底座上;

b、将步骤 1) 得到的固井试样坐在垫块上;

c、选择一凸缘内径与水泥环外径匹配的冲压板,并压在固井试样的顶面;

d、向冲压板施加压力,并记录在施压过程中,地层试样与水泥环之间胶结面剪切力的实时数据。

一种固井水泥环性能模拟实验装置及实验方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种模拟实验装置及实验方法,特别是关于一种在油/气井下实际温压条件下,能够模拟固井动态变化的固井水泥环性能模拟实验装置及实验方法。

背景技术

[0002] 目前,在水泥胶结固井过程中,钻井液泥饼的厚度及形成过程对固井水泥环胶结强度的影响很大,而由于受到泵压、接触时间和环空体积等因素的影响,冲洗液冲洗井过程的顶替效率不是很好,因此为了模拟井下钻井、洗井动态变化工况,研究不同条件下固井后水泥环胶结强度的变化,改善水泥胶结固井效果,目前国内出现了不少模拟钻井和固井过程的实验装置。但是由于水泥环的胶结强度还取决于水泥浆高度和水泥环直径,实际尺寸的环空与按照比例缩小的环空对胶结强度的影响不一样,目前国内同类型的实验装备均不完善,要么不能完全模拟现场实际储层孔渗特性,要么不能模拟套管及水泥环的实际尺寸,要么不能真实模拟泥饼的形成过程与泥饼厚度,及泥饼形成后的洗井过程等对第二胶结面强度的影响。

发明内容

[0003] 针对上述问题,本发明的目的是提供一种功能全面,模拟条件准确,实验方法有效且能够模拟全尺寸固井动态变化的固井水泥环性能模拟实验装置及实验方法。

[0004] 为实现上述目的,本发明采取以下技术方案:一种固井水泥环性能模拟实验装置,其特征在于:它包括一套泥饼循环装置、一套水泥环性能检测装置和一套胶结面剪切力实验装置;所述泥饼循环装置包括一具有通液口的下釜盖,所述下釜盖的顶面焊接有一筒体,且在所述下釜盖的凹缘内设置有一下托架,所述下托架顶面设置有一地层试样,所述地层试样顶面设置有一上托架,所述上托架顶面设置有一与所述筒体密封连接的、且具有侧面出液口和中心测井口的上釜盖,所述筒体中心设置有一连接驱动装置的实验工具;所述水泥环性能检测装置包括一具有通液口的下釜盖,所述下釜盖的顶面焊接有一具有侧面进口的筒体,且在所述下釜盖的凹缘内设置有一下托架,所述下托架顶面设置有一固井试样,所述固井试样顶面设置有一与所述筒体密封连接的、且具有中心测井口的上釜盖;所述胶结面剪切力实验装置包括一底座,所述底座顶面中心设置有一凸柱,所述底座顶面设置有一插设在所述凸柱上的垫块,所述垫块顶面设置有一固井试样,所述固井试样顶面设置有一冲压板,所述冲压板的底面设置有一圈凸缘;所述固井试样包括一设置在外层的地层试样、一设置内层的套管试样和一将所述地层试样与所述套管试样胶结在一起的水泥环。

[0005] 所述实验工具为一钻杆,所述钻杆上端通过一顶针连接在所述上托架中心,下端通过一转轴连接在所述下釜盖的中心,且所述转轴通过传动机构连接一电机。

[0006] 所述实验工具为一洗井管,所述洗井管包括一输液管和一通过上封板和下封板连接在所述输液管上的套筒,所述下封板设置有若干垂向排液口,所述上、下封板之间的所述输液管上设置有若干径向排液口,所述下封板底面中心设置有一转轴,所述转轴穿过所述

下釜盖,并通过传动机构连接一电机;所述输液管顶部穿过所述上托板,转动支撑在所述中心测井口处。

[0007] 所述下托架包括一外圆环,在所述外圆环的内径设置有至少三个伸出爪,所述三个伸出爪通过一内圆环连接成一体,所述内圆环内的各所述伸出爪的高度均低于所述内圆环外的相应所述伸出爪的高度,且在分界处形成的凹台处设置有用于安装密封圈的凹槽。

[0008] 所述上托架包括一圆环,所述圆环的内径设置有至少三个伸出爪,所述三个伸出爪的末端共同连接一具有中心孔的圆盘。

[0009] 所述垫块包括分别使用的两块,其中一所述垫块的外径与所述套管试样的外径相匹配,另一所述垫块的顶面边缘设置有一圈凸缘,且凸缘的内、外径与所述水泥环的内、外径相匹配;所述冲压板包括分别使用的两块,其中一所述冲压板底面的凸缘内径大于所述套管试样的外径,小于所述水泥环的外径;另一所述冲压板底面的凸缘内径大于所述水泥环的外径。

[0010] 上述装置的一种固井水泥环性能模拟实验方法,包括以下步骤:

[0011] 1) 固井试样的制作

[0012] a、将地层试样放入泥饼循环装置的筒体中,将钻杆安装在筒体内,盖好上釜盖,并封住上釜盖上部的中心测井口,启动电机带动钻杆转动,同时从下釜盖的通液口连续注入钻井液,钻井液从上釜盖的出液口流出,被钻杆带起的钻井液会挂设在地层试样的内壁形成泥饼;b、关闭电机,取出钻杆,通过声波测井仪测量粘接在地层试样内壁的泥饼层厚度;c、封住下釜盖上的通液口,将洗井管安装在筒体内,盖好上釜盖,并将输液管的上部转动支撑在上釜盖的中心测井口处,启动电机带动洗井管转动,同时从洗井管中心的输液管顶部注入洗井液,洗井液从下封板的排液口流出,并向上充填在地层试样与洗井管之间的环空中,洗井管的转动起到搅拌洗井液的作用,洗井液从上釜盖的出液口流出;d、关闭电机,取出洗井管,通过声波测井仪测量洗井后粘接在地层试样内壁的泥饼层厚度,并通过计算得到洗井前、后钻井液泥饼厚度的变化。e、在上、下托架、之间装入套管试样,并向套管试样与地层试样之间的环空内注入固井水泥形成水泥环,待水泥环凝固后,便形成一将套管试样和地层试样胶结在一起的固井试样;

[0013] 2) 水泥环的密封性能和耐腐蚀性能的检测

[0014] a、模拟油井在流体压力作用下水泥环胶结面密封性检测实验时,首先将步骤1)得的固井试样放入水泥环性能检测装置中,然后从筒体的进口注入油水混合物至筒体与固井试样之间的环空中,使油水混合物通过地层试样渗入水泥环,并从下釜盖上的通液口流出,最后利用声波检测仪测量得到油水混合物浸入后,水泥环内、外两个胶结面的声波曲线;b、模拟气井在气体压力作用下水泥环胶结面密封性检测实验时,首先将步骤1)得的固井试样放入水泥环性能检测装置中,然后从筒体的进口注入氮气至筒体与固井试样之间的环空中,使氮气通过地层试样渗入水泥环,并从下釜盖上的通液口流出,最后利用声波检测仪测量得到氮气浸入后,水泥环内、外两个胶结面的声波曲线;c、模拟二氧化碳腐蚀情况下水泥环胶结面的失效形式时,首先将步骤1)得的固井试样放入水泥环性能检测装置中,然后从筒体的进口注入二氧化碳气体至筒体与固井试样之间的环空中,使二氧化碳气体通过地层试样渗入水泥环,并从下釜盖上的通液口流出,最后利用声波检测仪测量得到二氧化碳气体浸入后,水泥环内、外两个胶结面的声波曲线;

[0015] 3) 套管试样与水泥环之间胶结面剪切力的检测

[0016] a、在胶结面剪切力实验装置中,选择一外径与套管试样外径相匹配的垫块,并装配在底座上;b、将步骤1)得到的固井试样坐在垫块上;c、选择一凸缘内径与套管试样外径匹配的冲压板,并压在固井试样的顶面;d、向冲压板施加压力,并记录在施压过程中,套管试样与水泥环之间胶结面剪切力的实时数据;

[0017] 4) 水泥环与地层试样之间胶结面剪切力的检测

[0018] a、在胶结面剪切力实验装置中,选择一外径与水泥环外径相匹配的垫块,并装配在底座上;b、将步骤1)得到的固井试样坐在垫块上;c、选择一凸缘内径与水泥环外径匹配的冲压板,并压在固井试样的顶面;d、向冲压板施加压力,并记录在施压过程中,地层试样与水泥环之间胶结面剪切力的实时数据。

[0019] 本发明由于采取以上技术方案,其具有以下优点:1、本发明由于采用的套管试样与实际固井中应用的套管材料和尺寸相同,所用的地层试样为标准的地层试样,地层试样的孔渗特性、强度特性及流体特性等均与实际油/气井中的地层特性相同,因此本发明能够真实地模拟全尺寸固井动态变化,且模拟条件准确。2、本发明的模拟实验装置中由于设置了泥饼循环装置,因此只要在模拟实验装置内装配上钻井杆或洗井管,就可以模拟实际钻井过程中钻井液泥饼的形成过程,或冲洗液冲洗井过程。3、本发明的模拟实验装置中由于设置了水泥环性能检测装置,因此只要向水泥环性能检测装置中注入液体、气体或二氧化碳,就可以分别检测各种液体或气体对水泥环胶结面的影响,以及二氧化碳对水泥环胶结面的腐蚀作用。4、本发明由于在泥饼循环装置和水泥环性能检测装置上分别设置有上釜盖和下釜盖,装置内的温度和压强均可以调节,因此,不但可以模拟实际井下温压条件下固井工况的动态变化,而且可以检测实际井下温压条件下水泥环的密封性。本发明模拟实验装置功能全面,实验方法简单有效,它可以广泛用于各种固井动态变化的模拟实验中。

附图说明

[0020] 图1是本发明泥饼循环装置结构示意图

[0021] 图2是本发明水泥环性能检测装置结构示意图

[0022] 图3是本发明胶结面剪切力实验装置结构示意图

[0023] 图4是本发明安装有洗井管的泥饼循环装置结构示意图

[0024] 图5是本发明泥饼循环装置下托架结构示意图

[0025] 图6是图5的A-A剖视图

[0026] 图7是本发明泥饼循环装置上托架结构示意图

[0027] 图8是图7的A-A剖视图

[0028] 图9是本发明胶结面剪切力实验装置底座结构示意图

[0029] 图10是本发明胶结面剪切力实验装置小垫块结构示意图

[0030] 图11是本发明胶结面剪切力实验装置大垫块结构示意图

[0031] 图12是本发明胶结面剪切力实验装置小冲压板结构示意图

[0032] 图13是本发明胶结面剪切力实验装置大冲压板结构示意图

具体实施方式

[0033] 下面结合附图和实施例对本发明进行详细的描述。

[0034] 如图 1、图 2、图 3 所示,本发明装置包括泥饼循环装置 1、水泥环性能检测装置 2 和胶结面剪切力实验装置 3。

[0035] 如图 1、图 4 所示,泥饼循环装置 1 包括下釜盖 11、下托架 12、筒体 13、上托架 14、上釜盖 15、地层试样 16,根据实验的要求在筒体内 3 还设置有钻杆 7 或洗井管 8 等实验工具。下釜盖 11 的顶面和底面中心分别设置有一圈凹缘 111、112,在顶面凹缘 112 上垂向设置有一通液口 113。

[0036] 如图 5、图 6 所示,泥饼循环装置 1 的下托架 12 包括一外圆环 121,在外圆环 121 的内径设置有至少三个伸出爪 122,三个伸出爪 122 通过一内圆环 123 连接成一体,内圆环内 123 的各伸出爪 122 的高度均低于内圆环 123 外的相应伸出爪 122 的高度,且在分界处形成有一凹台 124,凹台 124 立面凹设有用于安装密封圈的凹槽 125。下托架 12 装配在下釜盖 11 顶面的凹缘 112 内(如图 1 所示)。

[0037] 如图 1、图 4 所示,泥饼循环装置 1 的筒体 13 上部设置有内螺纹 131,在内螺纹下方的筒体 13 内设置有一圈内凸缘 132,内凸缘 132 的立面设置有两圈用于安装密封圈 133 的凹槽,筒体 13 的底部焊接在下釜盖 11 上。

[0038] 如图 7、图 8 所示,泥饼循环装置 1 的上托架 14 包括一圆环 141,在圆环 141 的内径设置有至少三个伸出爪 142,各伸出爪 142 的末端共同连接一具有中心孔 143 的圆盘 144。

[0039] 如图 1、图 4 所示,泥饼循环装置 1 的上釜盖 15 下部通过其上设置的外螺纹和两密封圈 133 密封连接在筒体 13 的上端,上釜盖 15 顶部具有一向上的凸起 151,在凸起 151 侧面设置有供钻井液和洗井液排出的出液口 152,在凸起 151 顶面中心设置有中心测井口 153。上釜盖 15 的顶部可以设置有连接起吊装置的吊环 154。

[0040] 泥饼循环装置 1 的地层试样 16 呈环状坐在下托架 12 的外圆环 121 上,上托架 14 放置在地层试样的顶端,将上釜盖 15 旋紧在筒体 13 顶部后,上釜盖 15 的底面可以压紧上托架 14。

[0041] 泥饼循环装置 1 的钻杆 17 上端和下端各设置一封板 171、172,上封板 171 中心固定连接一顶针 173,下封板 172 中心固定连接一转轴 174。使用钻杆 17 时,上封板 171 的顶针 173 插入上托架 14 的中心孔 143 中,下封板 172 的转轴 174 下部穿出下釜盖 11,并通过传动机构与电机(图中未示出)连接。

[0042] 如图 4 所示,泥饼循环装置 1 的洗井管 18 包括一套筒 181,套筒 181 的上、下端各焊接一封板 182、183,上、下封板 182、183 的中心共同固定连接一输液管 184,下封板 183 上设置有若干垂向排液口 185,且下封板 183 的底面中心焊接有一转轴 186;上、下封板 182、183 之间的输液管 184 上设置有若干径向排液口 187。需要洗井时将钻杆 17 取出,将下封板底面的转轴下部穿出下釜盖 11,并通过传动机构与电机连接;输液管 184 顶部穿过上托板 14,并通过一圆盘 188 转动支撑在中心测井口 153 处。

[0043] 如图 2 所示,本发明的水泥环性能检测装置 2 包括下釜盖 21、下托架 22、筒体 23、固井试样 24 和上釜盖 25。

[0044] 水泥环性能检测装置 2 的下釜盖 21 与泥饼循环装置 1 的下釜盖 11 类似,二者相同之处是:顶面也具有一圈凹缘 211,垂向设置有一通液口 212;二者不同之处是:下釜盖 21 的底面为平面。

[0045] 水泥环性能检测装置 2 的下托架 22 与泥饼循环装置 1 的下托架 12 完全相同,在此不再赘述。

[0046] 水泥环性能检测装置 2 的筒体 23 与泥饼循环装置 1 的筒体 13 类似,二者相同之处是:筒体 23 上部也设置有内螺纹 231,在内螺纹下方的筒体 23 内设置有一圈内凸缘 232,内凸缘 232 内立面设置有两圈用于安装密封圈 233 的凹槽,筒体 23 焊接在下釜盖 21 上;二者不同之处是:筒体 23 的筒壁上设置有一进口 234,用于进液、进气等。

[0047] 水泥环性能检测装置 2 的固井试样 24 包括设置在外层的地层试样 16,设置在内层的套管试样 241,填充在套管试样 241 与地层试样 16 之间的环空体积中、将套管试样 241 与地层试样 16 胶结在一起的水泥环 242。固井试样 24 坐在下托架 22 上。

[0048] 水泥环性能检测装置 2 的上釜盖 25 与泥饼循环装置 1 的上釜盖 15 类似,二者相同之处是:上釜盖 25 下部通过其上设置的外螺纹和两密封圈 251 密封连接在筒体 23 的上端,上釜盖 25 的顶部可以设置连接起吊装置的吊环 253;二者不同之处是:上釜盖 25 没有向上的凸起 151,而是在上釜盖 25 的中心设置一测井口 253。

[0049] 如图 3 所示,本发明的胶结面剪切力实验装置 3 包括底座 31、垫块 32 和冲压板 33。

[0050] 如图 3、图 9 所示,胶结面剪切力实验装置 3 的底座 31 顶面中心设置有一凸柱 311。

[0051] 如图 3 所示,胶结面剪切力实验装置 3 的垫块 32 底面中心设置有一与底座 31 上的凸柱配合的凹孔 321。本发明根据测试的需要设置有不同尺寸的垫块 32,比如:如图 10 所示,当需要测试套管 241 与水泥环 242 之间胶结面的剪切力时,可以使用直径与套管试样 241 外径相匹配的垫块 32,即垫块 32 的外径与套管试样 241 的外径相同或稍小,但不能小于套管试样 241 的内径;如图 11 所示,当需要测试水泥环 242 与地层试样 16 之间胶结面的剪切力时,可以使用直径与地层试样 16 内径相匹配的垫块 32,此时垫块 32 边缘设置有一圈内凸缘 322,凸缘 322 的内、外径尺寸与水泥环 242 的内、外径尺寸相匹配,即凸缘 322 的内、外径尺寸与水泥环 242 的内、外径尺寸相同或稍小。

[0052] 如图 3 所示,胶结面剪切力实验装置 3 的冲压板 33 包括一圆盘 331,圆盘 331 的底面设置有一圈内凸缘 332。本发明根据测试的需要设置有不同尺寸的冲压板 33,比如:如图 12 所示,当需要测试套管 241 与水泥环 242 之间胶结面的剪切力时,可以使用凸缘 332 内径与套管试样 241 外径相匹配的冲压板 33,即凸缘 332 内径与套管试样 241 外径相同或稍大,但不能大于水泥环 242 的外径;如图 13 所示,当需要测试水泥环 242 与地层试样 16 之间胶结面的剪切力时,可以使用凸缘 334 内径与地层试样 16 内径相匹配的冲压板 33,即冲压板 33 的凸缘 334 内径与地层试样 16 内径相同或稍大。

[0053] 本发明方法包括固井试样的制作、水泥环密封性的检测和水泥环两个胶结面剪切力的测试,各步骤如下:

[0054] 1) 固井试样的制作

[0055] a、将地层试样 16 放入泥饼循环装置 1 的筒体 13 中,将钻杆 17 安装在筒体 13 内,盖好上釜盖 15,并封住上釜盖 15 上部的中心测井口 153,启动电机带动钻杆 17 转动,同时从下釜盖 11 的通液口 113 连续注入钻井液,钻井液从上釜盖 15 的出液口 152 流出,被钻杆 17 带起的钻井液会挂设在地层试样 16 的内壁形成泥饼;

[0056] b、关闭电机,取出钻杆 17,通过声波测井仪测量粘接在地层试样 16 内壁的泥饼层厚度;

[0057] c、封住下釜盖 11 上的通液口 113, 将洗井管 18 安装在筒体 13 内, 盖好上釜盖 15, 并将输液管 184 的上部转动支撑在上釜盖 15 的中心测井口 153 处, 启动电机带动洗井管 18 转动, 同时从洗井管 18 中心的输液管 184 顶部注入洗井液, 洗井液从下封板 183 的排液口 185 流出, 并向上充填在地层试样 16 与洗井管 18 之间的环空中, 洗井管 18 的转动起到搅拌洗井液的作用, 洗井液从上釜盖 15 的出液口 152 流出;

[0058] d、关闭电机, 取出洗井管 18, 通过声波测井仪测量洗井后粘接在地层试样 16 内壁的泥饼层厚度, 并通过计算得到洗井前、后钻井液泥饼厚度的变化。

[0059] e、在上、下托架 12、14 之间装入套管试样 241, 并向套管试样 241 与地层试样 16 之间的环空内注入固井水泥形成水泥环 242, 待水泥环 242 凝固后, 便形成一将套管试样 241 和地层试样 16 胶结在一起的固井试样 24;

[0060] 2) 水泥环的密封性能和耐腐蚀性能的检测

[0061] a、模拟油井在流体压力作用下水泥环 242 胶结面密封性检测实验时, 首先将步骤 1) 得的固井试样 24 放入水泥环性能检测装置 2 中, 然后从筒体 23 的进口 234 注入油水混合物至筒体 23 与固井试样 24 之间的环空中, 使油水混合物通过地层试样 16 渗入水泥环 242, 并从下釜盖 21 上的通液口 212 流出, 最后利用声波测试仪测量得到油水混合物浸入后, 水泥环 242 内、外两个胶结面的声波曲线;

[0062] b、模拟气井在气体压力作用下水泥环胶结面密封性检测实验时, 首先将步骤 1) 得的固井试样 24 放入水泥环性能检测装置 2 中, 然后从筒体 23 的进口 234 注入氮气至筒体 23 与固井试样 24 之间的环空中, 使氮气通过地层试样 16 渗入水泥环 242, 并从下釜盖 21 上的通液口 212 流出, 最后利用声波测试仪测量得到氮气浸入后, 水泥环 242 内、外两个胶结面的声波曲线;

[0063] c、模拟二氧化碳腐蚀情况下水泥环胶结面的失效形式时, 首先将步骤 1) 得的固井试样 24 放入水泥环性能检测装置 2 中, 然后从筒体 23 的进口 234 注入二氧化碳气体至筒体 23 与固井试样 24 之间的环空中, 使二氧化碳气体通过地层试样 16 渗入水泥环, 并从下釜盖 21 上的通液口 212 流出, 最后利用声波测试仪测量得到二氧化碳气体浸入后, 水泥环 242 内、外两个胶结面的声波曲线;

[0064] 3) 套管试样与水泥环之间胶结面剪切力的检测

[0065] a、在胶结面剪切力实验装置 3 中, 选择一外径与套管试样 241 外径相匹配的垫块 32, 并装配在底座 31 上;

[0066] b、将步骤 1) 得到的固井试样 24 坐在垫块 32 上;

[0067] c、选择一凸缘内径与套管试样 241 外径匹配的冲压板 33, 并压在固井试样 24 的顶面;

[0068] d、向冲压板 33 施加压力, 并记录在施压过程中, 套管试样与水泥环之间胶结面剪切力的实时数据;

[0069] 4) 水泥环与地层试样之间胶结面剪切力的检测

[0070] a、在胶结面剪切力实验装置 3 中, 选择一外径与水泥环 242 外径相匹配的垫块 32, 并装配在底座 31 上;

[0071] b、将步骤 1) 得到的固井试样 24 坐在垫块 32 上;

[0072] c、选择一凸缘内径与水泥环 242 外径匹配的冲压板 33, 并压在固井试样 24 的顶

面；

[0073] d、向冲压板 33 施加压力,并记录在施压过程中,地层试样 16 与水泥环 242 之间胶结面剪切力的实时数据。

[0074] 上述各实施例仅用于说明本发明,其中各部件的结构、连接方式等都是可以有所变化的,凡是在本发明技术方案的基础上进行的等同变换和改进,均不应排除在本发明的保护范围之外。

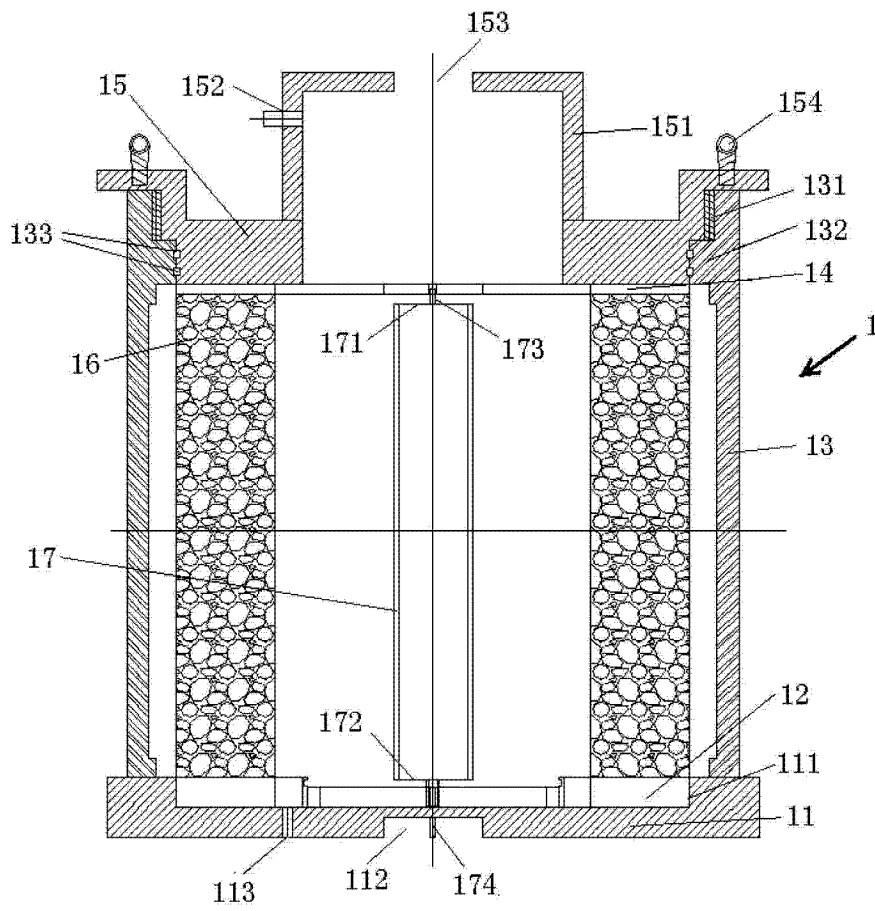


图 1

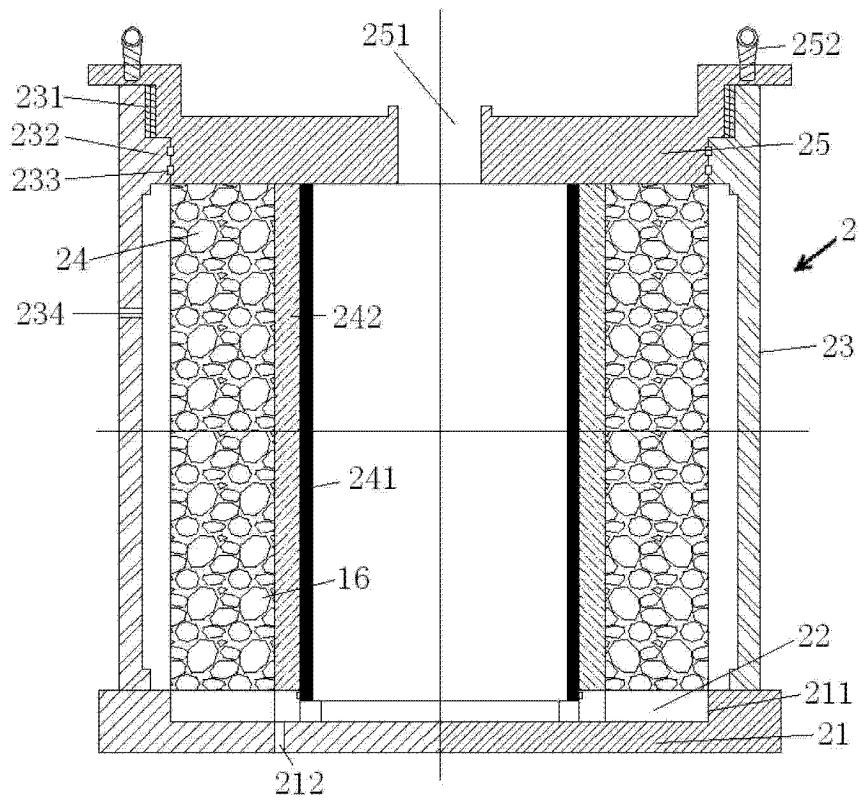


图 2

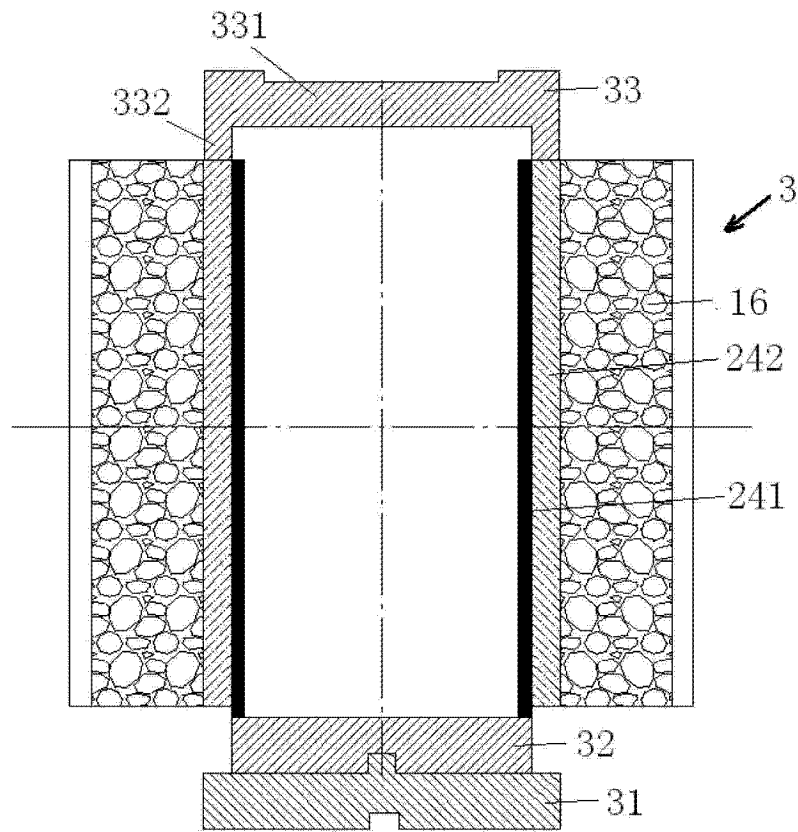


图 3

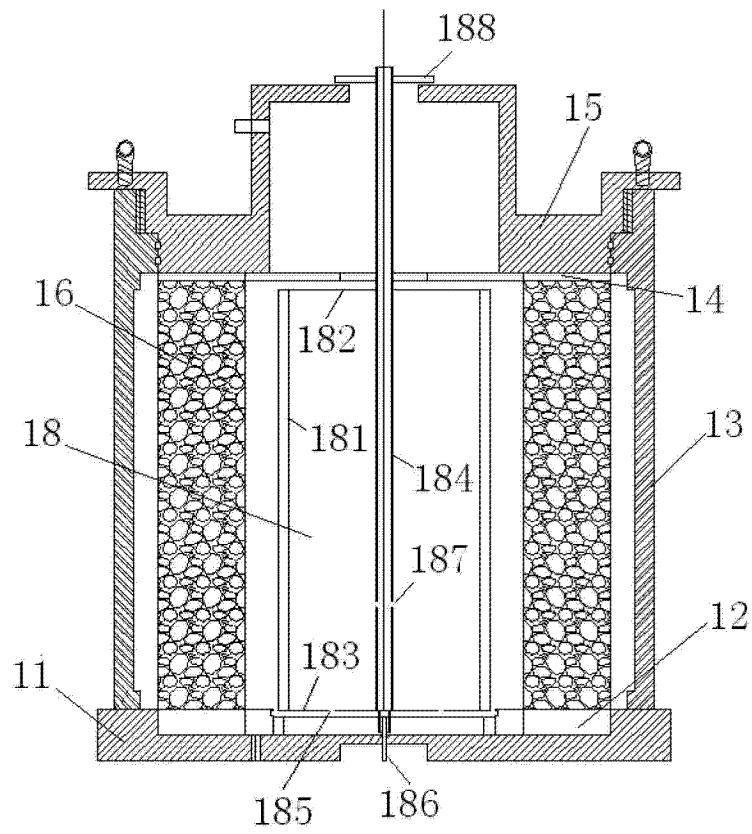


图 4

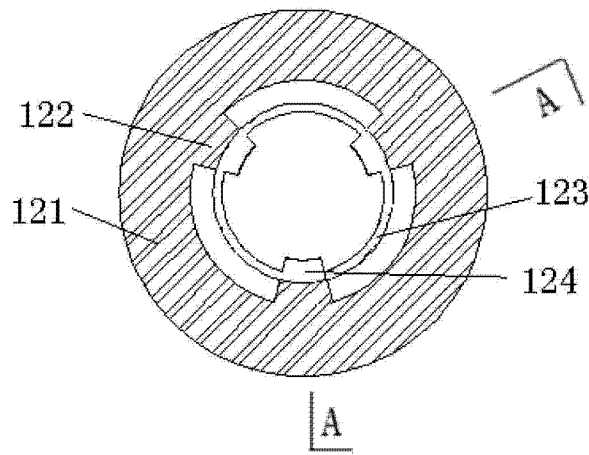


图 5

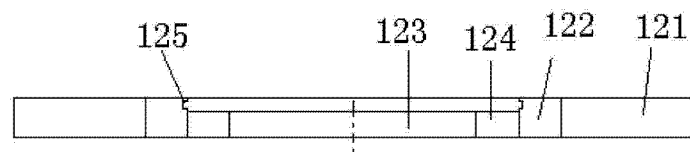


图 6

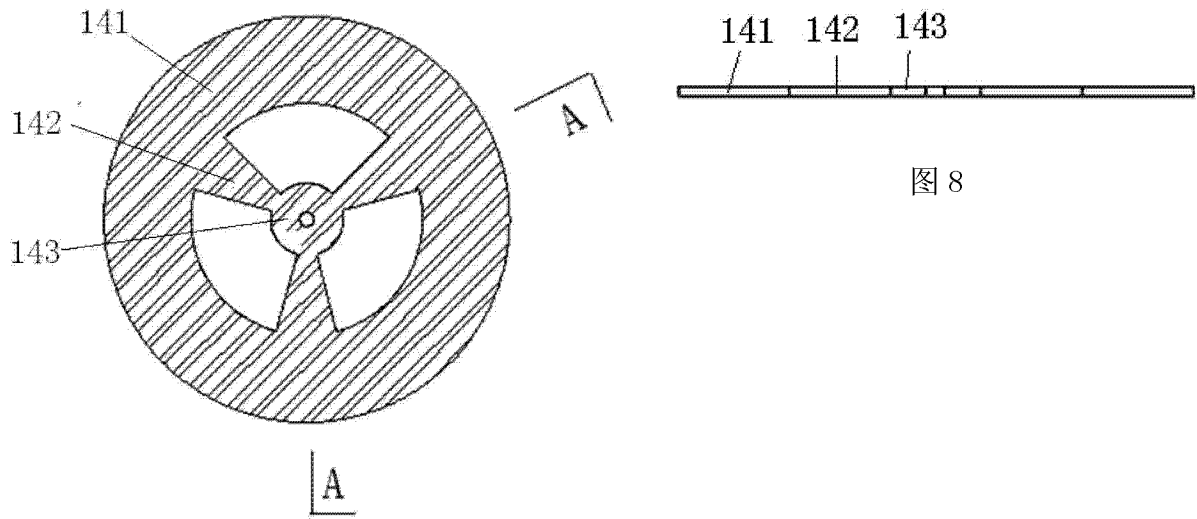


图 7

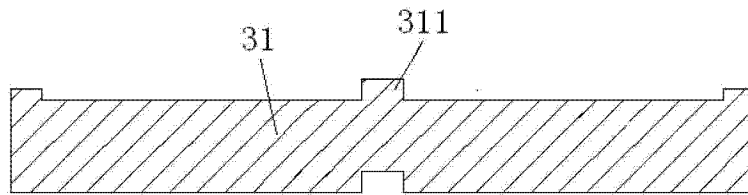


图 9

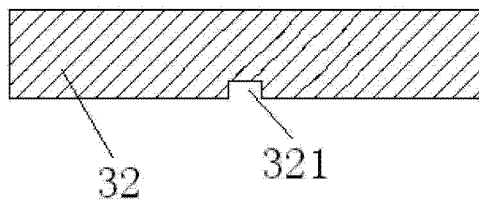


图 10

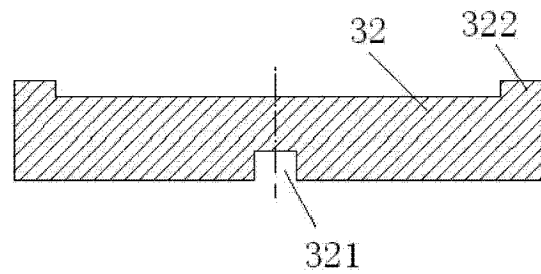


图 11

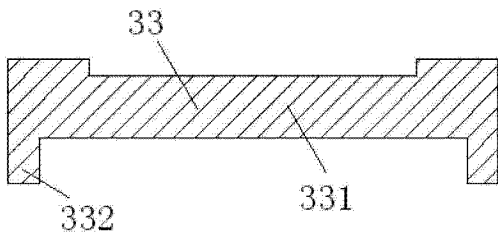


图 12

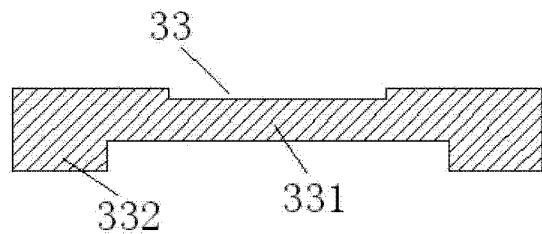


图 13