



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110501273 B

(45) 授权公告日 2024. 04. 16

(21) 申请号 201910750979.7

(22) 申请日 2019.08.14

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110501273 A

(43) 申请公布日 2019.11.26

(73) 专利权人 中国地质大学(武汉)
地址 430000 湖北省武汉市洪山区鲁磨路
388号

(72) 发明人 刘天乐 全奇 蒋国盛 郑少军
李丽霞 余尹飞

(74) 专利代理机构 武汉知产时代知识产权代理
有限公司 42238
专利代理师 万文广

(51) Int. Cl.
G01N 15/08 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 104764859 A, 2015.07.08

CN 105891248 A, 2016.08.24

CN 106501155 A, 2017.03.15

CN 107703036 A, 2018.02.16

CN 108505979 A, 2018.09.07

CN 109459362 A, 2019.03.12

CN 201635721 U, 2010.11.17

CN 201780251 U, 2011.03.30

CN 211206162 U, 2020.08.07

US 2018045704 A1, 2018.02.15

Dapeng Gao et al. "Experimental Investigation of the Impact of Coal Fines Migration on Coal Core Water Flooding". 《Sustainability》. 2018, 第10卷4102.

审查员 杨柳青

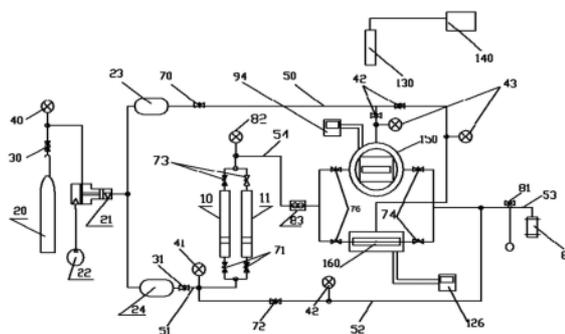
权利要求书3页 说明书11页 附图3页

(54) 发明名称

一种研究钻完井液沿井周地层渗透规律的装置及方法

(57) 摘要

一种研究钻完井液沿井周地层渗透规律的装置,包括驱替反应系统、第一中间容器罐、第二中间容器罐、气/液增压注入系统和废液收集系统,所述驱替反应系统设有第一进液端、第一出液端和第一进气端,其用于进行放置试验岩心,所述第一中间容器罐和所述第二中间容器罐均为内部中空的圆柱体结构,所述第一中间容器罐上设有第一进气口和第一出液口,所述第二中间容器罐上设有第二进气口和第二出液口,所述第一出液口和所述第二出液口均与所述驱替反应系统的第一进液端连接,其用于向所述驱替反应系统内输送工作液,所述第一中间容器罐用于盛装钻井液,所述第二中间容器罐用于盛装完井液。



1. 一种研究钻完井液沿井周地层渗透规律的装置,其特征在于,包括包括驱替反应系统、第一中间容器罐(10)、第二中间容器罐(11)、气/液增压注入系统和废液收集系统(80),所述驱替反应系统设有第一进液端、第一出液端和第一进气端,其用于放置试验岩心;所述驱替反应系统包括岩心夹持器(150)和可视化加压舱(160),其均用于装载试验岩心;

所述岩心夹持器包括外壳(90)、环压筒和第一电加热套(92),所述外壳(90)为内部中空的矩形结构,所述环压筒水平设置在所述外壳(90)内,所述外壳(90)上设有与所述环压筒的轴芯孔匹配的第二通孔,所述第二通孔和所述环压筒的轴芯孔同轴设置并连通,所述第二通孔处可拆卸的安装有堵头装置,所述堵头装置用于关闭和打开对应的所述第二通孔,每个所述堵头装置上均设有与所述环压筒内部连通的连接通道,第一主管道(54)与其中一个所述堵头装置的连接通道连通,第五主管道(53)与另一个所述堵头装置的连接通道连通,所述环压筒的外周上设有环压入口(997),所述环压入口(997)与第四主管道(50)连接,所述第一电加热套(92)包裹在所述环压筒的外周,所述外壳(90)内填充有第一保温件(95);

所述可视化加压舱包括舱体(100)、反应座(101)、玻璃芯片、盖体(103)和第二电加热套(106),其中,所述玻璃芯片为矩形结构;

所述舱体(100)为竖直设置的圆柱体结构,其内部中空,所述舱体(100)的下端设有底座(104),所述舱体(100)的上端同轴开有圆柱体状的第三凹槽,所述第二电加热套(106)设置在第三凹槽内,所述反应座(101)为与第三凹槽匹配的圆柱体结构,其竖直设置在所述第三凹槽内,且其下端伸入所述第二电加热套(106)内,其上端延伸至伸出所述第三凹槽外,所述反应座(101)的上端同轴设有圆柱状的第四凹槽(107),所述玻璃芯片设置在所述第四凹槽(107)内,所述盖体(103)设置在所述反应座(101)的上端,并与所述反应座(101)可拆卸连接,以用于盖住或打开所述反应座(101)的上端,所述盖体(103)的上端开有第三缺口(110),所述第三缺口(110)内设有透明玻璃,所述舱体(100)的下端分别设有与所述第三凹槽连通的第一工作液入口(111)、第一工作液出口(112)和第一围压入口(113),所述反应座(101)的下端设有与所述第四凹槽(107)连通的第二工作液入口(114)、第二工作液出口(115)和第二围压入口(116),所述第二工作液入口(114)与所述第一工作液入口(111)连通,以形成工作液入口通道,所述第一主管道(54)与所述工作液入口通道连通,所述第二工作液出口(115)与所述第一工作液出口(112)连通,以形成工作液出口通道,所述第五主管道(53)与所述工作液出口通道连通,所述第二围压入口(116)与所述第一围压入口(113)连通,以形成围压入口通道,所述第四主管道(50)与所述围压入口通道连通,所述舱体(100)内填充有第二保温件(117);

所述第一中间容器罐(10)和所述第二中间容器罐(11)均为内部中空的圆柱体结构,所述第一中间容器罐(10)上设有第一进气口和第一出液口,所述第二中间容器罐(11)上设有第二进气口和第二出液口,所述第一出液口和所述第二出液口均与所述驱替反应系统的第一进液端连接,其用于向所述驱替反应系统内输送液体,所述第一中间容器罐(10)用于盛装钻井液,所述第二中间容器罐(11)用于盛装完井液,所述气/液增压注入系统分别与所述驱替反应系统的第一进气端、所述第一中间容器罐(10)的第一进气口和所述第二中间容器罐(11)的第二进气口连接,其用于向所述驱替反应系统的进气端、所述第一中间容器罐(10)和所述第二中间容器罐(11)内输送高压气体,所述废液收集系统(80)设置在所述驱替

反应系统的第一出液端,其用于收集所述驱替反应系统产生的废液。

2. 根据权利要求1所述的一种研究钻完井液沿井周地层渗透规律的装置,其特征在于,气/液增压注入系统包括储气瓶(20)、气体增压泵(21)、空气压缩机(22)、第一储气罐(23)和第二储气罐(24),所述储气瓶(20)通过第一输送管路分别与所述空气压缩机(22)和所述气体增压泵(21)连接,且所述第一输送管路上设有第一调压阀(30)和第一气压表(40),所述第一储气罐(23)上设有第三进气口和第三出气口,所述第二储气罐(24)上设有第四进气口和第五出气口,所述第三进气口和所述第四进气口均与所述气体增压泵(21)连接,所述第三出气口通过第四主管道(50)与所述驱替反应系统的第一进气端连接,所述第五出气口通过第二主管道(51)分别与所述第一进气口和所述第二进气口连接,且所述第二主管道(51)上设有第二调压阀(31)和第二气压表(41),所述驱替反应系统的第一出液端通过第三主管道(52)与所述第二主管道(51)连接,且所述第三主管道(52)上设有第二安全阀(72)和第三气压表(42)。

3. 根据权利要求2所述的一种研究钻完井液沿井周地层渗透规律的装置,其特征在于,所述岩心夹持器(150)上具有第二进液端、第二出液端和第二进气端,所述可视化加压舱(160)上具有第三进液端、第三出液端和第三进气端,所述第二进液端和所述第三进液端均通过第一主管道(54)分别与所述第一进气口和所述第二进气口连通,所述第一主管道(54)上设有液压表(82)和流量计(83),所述第二出液端和所述第三出液端通过第五主管道(53)与所述第三主管道(52)和所述废液收集系统(80)连通,所述第五主管道(53)上设有回压阀(81),所述回压阀(81)上设有手摇泵,所述第二进气端和所述第三进气端均与所述第四主管道(50)连通,且所述第二进气端和所述第三进气端的连接回路上均设有第三调压阀(32)和第四气压表(43)。

4. 根据权利要求1所述的一种研究钻完井液沿井周地层渗透规律的装置,其特征在于,所述堵头装置包括堵头(96)和堵头螺栓(97),所述第二通孔处同轴设有与所述堵头螺栓(97)匹配的堵头螺母(98),所述堵头螺栓(97)螺纹安装在对应的所述堵头螺母(98)内,所述堵头螺栓(97)均同轴设有第三通孔(99),所述堵头(96)同轴设置所述环压筒和所述堵头螺栓(97)之间,其一端与环压筒抵接,其另一端与堵头螺栓(97)的螺纹端抵接,所述堵头(96)靠近所述堵头螺栓(97)的一端同轴设有与所述第三通孔(99)连通的圆柱状的第一凹槽(991),所述第一凹槽(991)的底壁上开有与所述环压筒内部连通的第四通孔(992),所述第四通孔(992)和对应的所述第三通孔(99)连通并形成所述连接通道。

5. 根据权利要求4所述的一种研究钻完井液沿井周地层渗透规律的装置,其特征在于,所述环压筒由外筒(994)和胶套筒(995)组成,所述外筒(994)水平设置,所述胶套筒(995)同轴设置在所述外筒(994)内,其两端分别与所述外筒(994)对应的两端平齐并连接,所述外筒(994)和所述胶套筒(995)之间形成环压腔(996),所述第一电加热套(92)包裹在所述外筒(994)上,所述第一电加热套(92)上设有第一缺口,所述外壳(90)的上端设有第二缺口,并在所述第二缺口内设有透明玻璃,所述第二缺口与所述第一缺口位于同一直线上,所述外筒(994)的外周上分别设有所述环压入口(997)和所述环压出口(998),所述环压入口(997)和所述环压出口(998)均与所述环压腔(996)连通。

6. 根据权利要求5所述的一种研究钻完井液沿井周地层渗透规律的装置,其特征在于,所述外筒(994)和所述胶套筒(995)均由透明材质制成。

7. 根据权利要求1所述的一种研究钻完井液沿井周地层渗透规律的装置,其特征在于,还包括芯片压板(118),所述第四凹槽(107)的底壁上开有第七凹槽(123),所述第二工作液入口(114)和所述第二工作液出口(115)和所述第二围压入口(116)均与所述第七凹槽(123)连通,且所述第七凹槽(123)对应所述第二工作液入口(114)和所述第二工作液出口(115)的位置均设有O型圈(124),所述玻璃芯片水平设置在所述O型圈(124)上,所述芯片压板(118)设置在所述第四凹槽(107)内,并与所述第四凹槽(107)的底壁可拆卸连接,所述芯片压板(118)上设有两个螺纹通孔,每个螺纹通孔内均螺纹安装有第二螺栓(121),每个所述第二螺栓(121)的螺纹端均延伸至所述玻璃芯片的上端,通过拧紧两个所述第二螺栓(121),以对玻璃芯片进行固定。

8. 一种利用权利要求1-7任一项所述一种研究钻完井液沿井周地层渗透规律的装置研究工作液沿井周地层侵入规律的方法,其特征在于,主要包括以下步骤:

(1)、分别向第一中间容器罐和第二中间容器罐内装满钻井液和完井液,并分别对第一中间容器罐内的钻井液和第二中间容器罐内的完井液进行染色;

(2)、将已制备好的标准岩心装入岩心夹持器中并固定,或将玻璃芯片放入反应座内并固定;

(3)、打开储气瓶、气体增压泵和空气压缩机,分别向第一储气罐和第二储气罐内输送高压气体,调节第一调压阀,并观察第一气压表,直至第一储气罐和第二储气罐内气体压力达到预设值;

(4)、通过手摇泵设置回压阀的出口压力值;

(5)、连通第四主管道,启动第一储气罐向第四主管道内输送高压气体,连通岩心夹持器的第二进气端或可视化加压舱的第三进气端,并调位于第二进气端或第三进气端连接回路上的第三调压阀,观察对应连接回路上的第四气压表,直至岩心夹持器或可视化加压舱内的围压达至预设值;启动第一电热套或第二电加热套开始对岩心夹持器或可视化加压舱内部加热,直至岩心夹持器或可视化加压舱内的温度达到预设值;同时,调节第二调节阀,连通第三主管道和第五主管道,启动第二储气罐向第三主管道和第五主管道内输送高压气体,观察第三气压表,直至将回压阀出口压力调至预设值;

(6)、连通第一中间容器罐的第一进气口或第二中间容器罐的第二进气口,连通岩心夹持器或可视化加压舱的第二进液端,继续启动第二储气罐向第一主管道内输送高压气体,开始计时并观测液压表和流量计,同时记录第一中间容器罐或第二中间容器罐内工作液渗入标准岩心或玻璃芯片中的渗透量及渗透距离。

一种研究钻完井液沿井周地层渗透规律的装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及油气藏开发领域,尤其涉及一种研究钻完井液沿井周地层渗透规律的装置及方法。

背景技术

[0002] 石油天然气是一种资源潜力巨大的清洁新能源,广泛分布于陆地和大陆边缘海底地层的多孔介质中,受到了世界上越来越多国家的青睐。然而在石油天然气的勘探开发过程中,井下外来工作液往往会渗透侵入井周地层,不可避免的造成储层伤害,而如何确定钻完井液在井周的规律和伤害程度一直是一个难题。钻完井液在井周地层发生渗透是一个非常复杂的物理过程,也一直是油气储层伤害尺度预估和评价的重点和难点。通常钻完井液在井周地层渗透贯穿在整个油气储层开发过程,包括钻井、洗井、注水泥浆固井、水力压裂、修井操作等各阶段都时有发生。当外来流体,尤其是钻井液、洗井液和固井水泥浆滤液为代表的外来工作流体进入井周地层时,固相颗粒很容易填堵部分油气渗流通道,进而造成地层水饱和度改变以及渗透率降低等储层伤害。钻完井液在地层的渗透距离通常取决于井下流体的液柱压力与原始地层压力之间正向驱动压差、地层物性参数、流体流变特性、钻完井条件以及浸泡时间等诸多因素。因此,研究钻完井液在井周地层中的渗透规律,以此来预测井下工作流体对储层的伤害范围,进一步评价储层伤害程度,对油气储层合理开发具有重要意义。

[0003] 井下工作流体渗透侵入天然油气储层会对油气开采造成难以估量的损失,油气开采前,储层中的油气水、岩石的骨架应力和孔隙水压力都各自保持着自己多向平衡状态;而当每个油气储层被钻开时,随着外界对地层的扰动和天然储层环境的改变,原始的天然地层就被破坏,各点的应力状态也随之改变,同时钻完井液的液柱压力会顶替储层中的孔隙水压力,使得井下流体呈现出处于过平衡状态下的驱动压力,钻完井液液柱压力克服孔隙水压力和毛细管压力,在渗透的过程中发生沿程损失。在洗井和固井过程中,洗井液和固井水泥浆滤液也会同样的原理侵入到井周储层中,钻完井液的渗透会对井周储层带来极大伤害,流体中的细小颗粒会堵塞储层中的微孔隙和微裂隙,造成储层孔隙度和渗透率降低,同时流体侵入井周储层中可引起乳化、水堵及粘土膨胀和运移等对地层造成伤害,堵塞了部分油气外溢渗流通道,导致油气采收率大幅降低,对后期射孔完井作业和油气开采有很大影响。因此,有必要深入研究井下钻完井液沿井周附近储层的渗透规律和对储层孔隙和微裂隙的伤害程度,以及液体侵入储层后对后期油气渗流的影响,从而确定外来流体侵入范围。以便在施工前合理选择钻井工艺、优化洗井方案和确定固井水泥浆用量等,从而实现安全高效开发油气资源。

发明内容

[0004] 有鉴于此,本发明提供了一种研究钻完井液沿井周地层渗透规律的装置及方法。

[0005] 本发明提供一种研究钻完井液沿井周地层渗透规律的装置,包括驱替反应系统、

第一中间容器罐、第二中间容器罐、气/液增压注入系统和废液收集系统,所述驱替反应系统设有第一进液端、第一出液端和第一进气端,其用于进行放置试验岩心,所述第一中间容器罐和所述第二中间容器罐均为内部中空的圆柱体结构,所述第一中间容器罐上设有第一进气口和第一出液口,所述第二中间容器罐上设有第二进气口和第二出液口,所述第一出液口和所述第二出液口均与所述驱替反应系统的第一进液端连接,其用于向所述驱替反应系统内输送液体,所述第一中间容器罐用于盛装钻井液,所述第二中间容器罐用于盛装完井液,所述气/液增压注入系统分别与所述驱替反应系统的第一进气端、所述第一中间容器罐的第一进气口和所述第二中间容器罐的第二进气口连接,其用于向所述驱替反应系统的进气端、所述第一中间容器罐和所述第二中间容器罐内输送高压气体,所述废液收集系统设置在所述驱替反应系统的第一出液端,其用于收集所述驱替反应系统产生的废液。

[0006] 进一步地,气/液增压注入系统包括储气瓶、气体增压泵、空气压缩机、第一储气罐和第二储气罐,所述储气瓶通过第一输送管路分别与所述空气压缩机均和所述气体增压泵连接,且所述第一输送管路上设有第一调压阀和第一气压表,所述第一储气罐上设有第三进气口和第三出气口,所述第二储气罐上设有第四进气口和第五出气口,所述第三进气口和所述第四进气口均与所述气体增压泵连接,所述第三出气口通过第四主管道与所述驱替反应系统的第一进气端连接,所述第五出气口通过第二主管道分别与所述第一进气口和所述第二进气口连接,且所述第二主管道上设有第二调压阀和第二气压表,所述驱替反应系统的第一出液端通过第三主管道与所述第二主管道连接,且所述第三主管道上设有第二安全阀和第三气压表。

[0007] 进一步地,所述驱替反应系统包括岩心夹持器和可视化加压舱,其均用于装载试验岩心,所述岩心夹持器上具有第二进液端、第二出液端和第二进气端,所述可视化加压舱上具有第三进液端、第三出液端和第三进气端,所述第二进液端和所述第三进液端均通过第一主管道分别与所述第一进气口和所述第二进气口连通,所述第一主管道上设有液压表和流量计,所述第二出液端和所述第三出液端通过第五主管道与所述第三主管道和所述废液收集系统连通,所述第二进气端和所述第三进气端均与所述第四主管道连通,且所述第二进气端和所述第三进气端的上均设有第三调压阀和第四气压表。

[0008] 进一步地,所述岩心夹持器包括外壳、环压筒和第一电加热套,所述外壳为内部中空的矩形结构,所述环压筒水平设置在所述外壳内,所述外壳上设有与所述环压筒的轴芯孔匹配的第二通孔,所述第二通孔、和所述环压筒的轴芯孔均同轴设置并连通,所述第二通孔处可拆卸的安装有堵头装置,所述堵头装置同于关闭和打开对应的所述第二通孔,每个所述堵头装置上均设有与所述环压筒内部连通的连接通道,所述第一主管道与其中一个所述堵头装置的连接通道连通,所述第五主管道与另一个所述堵头装置的连接通道连通,所述环压筒的外周上设有环压入口,所述环压入口与所述第四主管道连接,所述第一电加热套包裹在所述环压筒的外周,所述外壳内填充有第一保温件。

[0009] 进一步地,所述堵头装置包括堵头和堵头螺栓,所述第二通孔处同轴设有与所述堵头螺栓匹配的堵头螺母,所述堵头螺栓螺纹安装在对应的所述堵头螺母内,所述堵头螺栓均同轴设有第三通孔,所述第三通孔、所述第二通孔与所述环压筒的轴芯孔均同轴设置并连通,所述堵头同轴设置所述环压筒和所述堵头螺栓之间,其一端与环压筒抵接,其另一端与堵头螺栓的螺纹端抵接,所述堵头靠近所述堵头螺栓的一端同轴设有与所述第三通孔

连通的圆柱状的第一凹槽,所述第一凹槽的底壁上开有与所述环压筒内部连通的第四通孔,所述第四通孔和对应的所述第三通孔连通并形成所述连接通道。

[0010] 进一步地,所述环压筒由外筒和胶套筒组成,所述外筒水平设置,所述胶套筒同轴设置在所述外筒内,其两端分别与所述外筒对应的两端平齐并连接,所述外筒和所述胶套筒之间形成环压腔,所述第一电加热套包裹在所述外筒上,所述外壳的上端设有第二缺口,并在所述第二缺口内设有透明玻璃,所述第二缺口与所述第一缺口位于同一直线上,所述第一电加热套上设有第一缺口,所述外筒的外周上分别设有所述环压入口和所述环压出口,所述环压入口所述环压出口均与所述环压腔连通。

[0011] 进一步地,所述外筒和所述胶套筒均由透明材质制成。

[0012] 进一步地,所述可视化加压舱包括舱体、反应座、玻璃芯片、盖体和第二电加热套,所述舱体为竖直设置的圆柱体结构,其内部中空,所述舱体的下端设有底座,所述舱体的上端同轴开有圆柱体状的第三凹槽,所述第二电加热套设置在所述第三凹槽内,所述反应座位于所述第三凹槽匹配的圆柱体结构,其竖直设置在所述第三凹槽内,且下端伸入所述第二电加热套内,其上端延伸至伸出所述第三凹槽外,所述反应座的上端同轴设有圆柱状的第四凹槽,所述玻璃芯片设置在所述第四凹槽内,所述盖体设置在所述反应座的上端,并与所述反应座可拆卸连接,以用于盖住或打开所述反应座的上端,所述盖体的上端开有第三缺口,所述第三缺口内设有透明玻璃,所述舱体的下端分别设有与所述第三凹槽连通的第一工作液入口、第一工作液出口和第一围压入口,所述反应座的下端设有与所述第四凹槽连通的第二工作液入口、第二工作液出口和第二围压入口,所述第二工作液入口与所述第一工作液入口连通,以形成工作液入口通道,所述第一主管道与所述工作液入口通道连通,所述第二工作液出口与所述第一工作液出口连通,以形成工作液出口通道,所述第五主管道与所述工作液出口通道连通,所述第二围压入口与所述第一围压入口连通,以形成围压入口通道,所述第四主管道与所述围压入口通道连通,所述舱体内填充有第二保温件。

[0013] 进一步地,还包括芯片压板,所述第四凹槽的底壁上开有第七凹槽,所述第二工作液入口和所述第二工作液出口和所述第二围压入口均与所述第七凹槽连通,且所述第七凹槽对应所述第二工作液入口和所述第二工作液出口的位置均设有O型圈,所述玻璃芯片水平设置在所述O型圈上,所述芯片压板设置在所述第四凹槽内,并与所述第四凹槽的底壁可拆卸连接,所述芯片压板上设有两个螺纹通孔,每个螺纹通孔内均螺纹安装有第二螺栓,每个所述第二螺栓的螺纹端均延伸至所述玻璃芯片的上端,通过拧紧两个所述第二螺栓,以对玻璃芯片进行固定。

[0014] 一种利用上述装置研究研究钻完井液沿井周地层渗透规律的方法,主要包括以下步骤:

[0015] (1)、分别向第一中间容器罐和第二中间容器罐内装满钻完井液和完井液,并分别对第一中间容器罐内的钻井液和第二中间容器罐内的完井液进行染色;

[0016] (2)、将已制备好的标准岩心装入岩心夹持器中并固定,或将玻璃芯片放入反应座内并固定;

[0017] (3)、打开储气瓶、气体增压泵和空气压缩机,分别向第一储气罐和第二储气罐内输送高压气体,调节第一调压阀,并观察第一气压表,直至第一储气罐和第二储气罐内气体压力达到预设值;

[0018] (4)、通过手摇泵设置回压阀的出口压力值；

[0019] (5)、连通第四主管道，启动第一储气罐向第四主管道内输送高压气体，连通岩心夹持器的第二进气端或可视化加压舱的第三进气端，并调位于第二进气端或第三进气端连接回路上的第三调压阀，观察对应连接回路上的第四气压表，直至岩心夹持器或可视化加压舱内的围压达至预设值；启动第一电热套或第二电加热套开始对岩心夹持器或可视化加压舱内部加热，直至岩心夹持器或可视化加压舱内的温度达到预设值；同时，调节第二调节阀，连通第三主管道和第五主管道，启动第二储气罐向第三主管道和第五主管道内输送高压气体，观察第三气压表，直至将回压阀出口压力调至预设值；

[0020] (6)、连通第一中间容器罐的第一进气口或第二中间容器罐的第二进气口，连通岩心夹持器或可视化加压舱的第二进液端，继续启动第二储气罐向第一主管道内输送高压气体，开始计时并观测液压表和流量计，同时记录第一中间容器罐或第二中间容器罐内工作液渗入标准岩心或玻璃芯片中的渗透量及渗透距离。

[0021] 本发明提供的技术方案带来的有益效果是：(1) 本发明提供一种钻完井液沿井周地层渗透规律的可视化实验装置，其设计充分考虑钻井和洗井过程、固井作业的实际特点，为研究井下外来工作液在驱动压力及不同温度条件下，外来工作液在井周油气地层的侵入规律提供了新的实验手段，具有操作方便、模块化和集成化程度高等优点；

[0022] (2) 本发明的驱替反应系统在两种技术手段下完成钻完井液渗透反应研究，一种是对天然或人造标准岩心进行渗透侵入反应研究时，可以利用岩心夹持器进行渗透反应研究实验，另一种是玻璃芯片模拟天然或人造岩心的渗透研究，玻璃芯片渗透实验可从微观上研究孔隙特征及钻完井液渗透规律，同时从微观上解释可视化岩心夹持器的实验规律，进而提高了钻完井液在井周地层渗透规律研究结果的精准性。

[0023] (3) 本发明所述的一种研究钻完井液在井周地层渗透规律的方法，对储层伤害进行预评价，指导钻完井技术及优化固井工艺，避免因外来钻完井液在井周地层发生渗透而引起的对油气开采造成的损失。

附图说明

[0024] 图1是本发明所述一种研究钻完井液沿井周地层渗透规律的装置的结构示意图；

[0025] 图2是本发明所述岩心夹持器的结构示意图；

[0026] 图3是图2中A的放大示意图；

[0027] 图4是本发明所述可视化加压舱的结构示意图；

[0028] 图5是图4中B的放大示意图；

具体实施方式

[0029] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合附图对本发明实施方式作进一步地描述。

[0030] 请参考图1，本发明的实施例提供了一种研究钻完井液沿井周地层渗透规律的装置，包括驱替反应系统、第一中间容器罐10、第二中间容器罐11、气/液增压注入系统和废液收集系统80，所述驱替反应系统设有第一进液端、第一出液端和第一进气端，其用于进行放置试验岩心，所述第一中间容器罐10和所述第二中间容器罐11均为内部中空的圆柱体结

构,所述第一中间容器罐10上设有第一进气口和第一出液口,所述第二中间容器罐11上设有第二进气口和第二出液口,所述第一出液口和所述第二出液口均与所述驱替反应系统的第一进液端连接,其用于向所述驱替反应系统内输送工作液,所述第一中间容器罐10用于盛装钻井液,所述第二中间容器罐11用于盛装完井液,所述气/液增压注入系统分别与所述驱替反应系统的第一进气端、所述第一进气口和所述第二进气口连接,其用于向所述驱替反应系统的进气端、所述第一中间容器罐10和所述第二中间容器罐11输送高压气体,所述废液收集系统80设置在所述驱替反应系统的第一出液端,其用于收集所述驱替反应系统产生的废液。

[0031] 在上述实施例中,气/液增压注入系统包括储气瓶20、气体增压泵21、空气压缩机22、第一储气罐23和第二储气罐24,所述储气瓶20和所述空气压缩机22均与所述气体增压泵21连接,具体为通过输送管路连接,且所述储气瓶20和所述气体增压泵21的输送管路上设有第一调压阀30和第一气压表40,所述第一储气罐23上设有第三进气口和第三出气口,所述第二储气罐24上设有第四进气口和第五出气口,所述第三进气口和所述第四进气口均与所述气体增压泵21连接,所述第三出气口通过第四主管道50与所述驱替反应系统的第一进气端连接,所述第四主管道50上设有第八安全阀70,所述第五出气口通过第二主管道51分别与所述第一进气口和所述第二进气口连接,具体为所述第一进气口和所述第二进气口处均设有第六子管道,所述第二储气罐24通过第二主管道51分别与两根所述第六子管道连接,两根所述第六子管道上均设有第一安全阀71,且所述第二主管道51上设有第二调压阀31和第二气压表41,所述驱替反应系统的第一出液端通过第三主管道52与所述第二主管道51连接,且所述第三主管道52上设有第二安全阀72和第三气压表42。其中,储气瓶20内存储的为氮气,并通过空气压缩机22和气体增压泵21将氮气输送至第一储气罐23和第二储气罐24内,同时还可为第一储气罐23和第二储气罐24打压,使得第一储气罐23和第二储气罐24内压力大于实验所需压力;进而输送至第一中间容器罐10、第二中间容器罐11和驱替反应系统内,输送的高压氮气一方面作为动力源用于驱动第一中间容器罐10和第二中间容器罐11内的工作液进入驱替反应系统内,以及为驱替反应系统出液端的出口压力提供动力,另一方面向驱替反应系统输送高压氮气,以在驱替反应系统模拟地层的高压环境。第一调压阀30和第二调压阀31用于分别调节储气瓶20和第二储气罐24内氮气的输出压力,第一气压表40、第二气压表41和第三气压表42用于监控对应支路上流经对应管道内气体的压力,而第一安全阀71和第二安全阀72则用于断开和接通对应的管道。

[0032] 在上述实施例中,所述废液收集系统80用于对反应中产生的废液进行合理收集,以提高装置的环保性能。其中,需要说明的是,本发明对废液收集系统80的结构不进行限定,只要能实现对废液进行集中收集的功能的容器均可作为本发明中废液收集系统80的实施例。

[0033] 在上述实施例中,所述驱替反应系统包括岩心夹持器150和可视化加压舱160,其均用于装载试验岩心,所述岩心夹持器上具有第二进液端、第二出液端和第二进气端,所述可视化加压舱上具有第三进液端、第三出液端和第三进气端,所述第二进液端和所述第三进液端均设有第一子管道,每根所述第一子管道上设有第四安全阀75,所述第一出液口和所述第二液口内均设有第二子管道,且每根所述第二子管道上设有第三安全阀73,两根所述第一子管道均通过所述第一主管道54与分别与所述第二子管道连通,所述第一主管道54

上设有液压表82和流量计83,所述第二出液端和所述第三出液端均设有第三子管道,每根所述第三子管道上设有第五安全阀74,两根所述第三子管道通过第五主管道53分别和所述第三主管道52和所述废液收集系统80连通,所述第五主管道53上设有回压阀81,并在所述回压阀81上设有手摇泵,其中,手摇泵用于设置回压阀81的回压大小,回压阀81的功能是控制驱替反应系统第一出液端的出口压力,保证驱替反应第一出液端的出口压力始终保持在预设值,实现进出口间的驱替压差,其中,通过手摇泵、回压阀81和第二储气罐24控制第一出液端出口压力的原理为:通过手摇泵设置回压阀81的回压大小,再通过第二储气罐24向第三主管道52内输入高压气体,直至第三主管道52和第五主管道内的气体的压力值达到预设值后,第一出液端的出口压力即设置完毕,而只有当第一出液端的出口压力达到预设值后,驱替反应系统内的液体才会通过回压阀81。所述第二进气端和所述第三进气端均设有第四子管道,两根所述第四子管道分别与所述第四主管道50连通,且每根所述第四子管道上设有第三调压阀32和第四气压表43。其中,液压表82用于记录不同时刻通过第一主管道54内流入岩心夹持器上第一子管道内工作液压力,流量计83用于监控不同时刻通过第一主管道54内流入岩心夹持器上第一子管道内钻井液或完进液的流体速度,以便记录反应条件,在此,需要说明的是,本发明中的试验岩心包括两种,一种是天然或人造岩心,其为规格为25×100mm的标准岩心,另一种是根据实验需求而制作的仿真玻璃芯片,其采用天然岩心铸体薄片,经图像处理获得岩石骨架和孔隙结构,利用光化学刻蚀技术,将天然或人造岩心骨架和孔隙结构复制到玻璃上,制作而成微观仿真透明玻璃芯片,其具有与天然或人造岩心相同孔隙结构的模拟实验玻璃芯片,基于此,利用仿真玻璃芯片可以代替传统岩心进行研究钻完井液沿井周地层渗透规律的实验。本实施例所述的驱替反应系统在两种技术手段下完成钻完井液渗透反应研究,一种是对天然或人造标准岩心进行渗透侵入反应研究时,可以利用岩心夹持器进行渗透反应研究实验,另一种是玻璃芯片模拟天然或人造岩心的渗透研究,玻璃芯片渗透实验可从微观上研究孔隙特征及钻完井液渗透规律,同时从微观上解释可视化岩心夹持器的实验规律,进而提高了钻完井液在井周地层渗透规律研究结果的精准性。

[0034] 在上述实施例中,所述岩心夹持器包括外壳90、环压筒和两个固定垫片91,所述外壳90为内部中空的矩形结构,所述环压筒水平设置在所述外壳90内,其轴向与所述外壳90的长度方向一致,所述固定垫片91为圆盘结构,两个所述固定垫片91分别同轴设置在所述环压筒的两端,其一侧与所述环压筒的对应端固定连接,其另一侧延伸至与所述外壳90对应的内壁固定连接,所述固定垫片91上开有与所述环压筒的轴芯孔匹配的第一通孔,所述外壳90上设有与所述环压筒的轴芯孔匹配的第二通孔,所述第二通孔、所述第一通孔和所述环压筒的轴芯孔均同轴设置并连通,所述第二通孔处可拆卸的安装有堵头装置,所述堵头装置同于关闭和打开对应的所述第二通孔,其中一个堵头装置上设有所述第一子管道,另一个所述堵头装置上设有所述第三子管道,所述第一子管道和所述第三子管道的一端均穿过对应的所述堵头装置与所述环压筒的内部连通,所述环压筒的外周上设有相互独立设置的环压入口997和环压出口998,所述环压入口997设有所述第四子管道,所述第四子管道远离所述环压筒的一端均穿过所述外壳90伸出所述外壳90外,并与所述第四主管道50连接,所述环压出口998处设有第五子管道,所述第五子管道上设有第六安全阀75。

[0035] 在上述实施例中,还包括第一电加热套92、第一温度传感器93和第一温度控制器

94,所述第一电加热套92包裹在所述环压筒的外周,且第一电加热套92上设有第一缺口,所述第一温度传感器93设置在任一所述堵头装置处,其用于检测环压筒的温度,所述第一温度控制器94分别与所述第一电加热套92和所述第一温度传感器93连接,所述外壳90内填充有第一保温件95。其中,第一缺口用于观察环压筒内岩心的渗透过程,便于及时了解和记录环压筒内标准岩心的侵入状态。为了方便观察,第一缺口为矩形缺口,其长度方向沿环压筒的轴向设置,并略小于环压筒的轴长。第一保温件95为保温棉,以用于保持外壳90内的加热温度,防止热量散失。第一电加热套92上设有可供第五子管道和第四子管道通过管道通道。第一温度传感器93的型号为PT100,第一温度控制器94为C100。

[0036] 在上述实施例中,所述堵头装置包括堵头96和堵头螺栓97,所述第二通孔处同轴设有与所述堵头螺栓97匹配的堵头螺母98,所述堵头螺栓97螺纹安装在对应的所述堵头螺母98内,所述堵头螺栓97均同轴设有第三通孔99,所述第三通孔99、所述第二通孔、所述第一通孔与所述环压筒的轴芯孔均同轴设置并连通,所述堵头96设置所述环压筒和所述堵头螺栓97之间,其一端与环压筒抵接,其另一端与堵头螺栓97的螺纹端抵接,所述堵头96靠近所述堵头螺栓97的一端开有沿其轴向设置的第一凹槽991,所述第一凹槽991为圆柱形,其孔径与所述第三通孔99孔径一致,所述第一凹槽991的底壁上开有一与所述第一子管道匹配的第四通孔992,且其中一个所述堵头96的第一凹槽991的底壁上开有第二凹槽993,所述第一子管道和所述第三子管道分别穿过对应的所述第三通孔99和对应的所述第四通孔992与所述环压筒的内部连通,并固定在对应的所述第三通孔99和所述第四通孔992内,所述第一温度传感器93安装在所述第二凹槽993内。其中,堵头96为由导热性能好的金属材料制成,如铜。设置第一凹槽991和第二凹槽993的目的是使得第一温度传感器93的安装位置最大限度的靠近环压筒,以提高第一温度传感器93测量结果的精准性。

[0037] 在上述实施例中,所述环压筒由外筒994和胶套筒995组成,所述外筒994水平设置,所述胶套筒995同轴设置在所述外筒994内,其两端分别与所述外筒994对应的两端平齐并连接,所述外筒994和所述胶套筒995之间形成环压腔996,所述外筒994的两端均通过对应的所述固定垫片91与所述外壳90连接,所述外筒994的外周由透明玻璃制成,所述胶套筒995也由透明材质制作,如PVC材料,所述电机热套包裹在所述外筒994上,所述外壳90的上端设有第二缺口,并在所述第二缺口内设有透明玻璃,所述第二缺口与所述第一缺口位于同一直线上,以形成可视化窗口,所述外筒994的外周上分别设有环压入口997和环压出口998,所述环压入口997和所述环压出口998均为通孔结构,且所述环压入口997和所述环压出口998相互独立设置,并均与所述环压腔996连通。

[0038] 在本发明中,岩心夹持器的第一子管道构成岩心夹持器的第二进液端,第三子管道则为岩心夹持器的第二出液端。环压筒的外筒994通过两个固定垫片91固定在外壳90内,所述第二通孔和所述第一通孔连通后形成放样通道,标准岩心通过放样通道放入到环压筒内后,将两个堵头96分别放置在环压筒的两端,再将堵头螺栓97安装在对应的堵头螺母98内,并通过拧紧两个的堵头螺栓97,以将标准岩心限定在环压筒的胶套筒995内。调节位于环压入口997的第四管道上的第三调压阀32,设置围压大小,同时启动第一储气罐23,向环压腔996内输送高压气体,以模拟地层的高压环境,并观察和记载位于环压入口997的第四子管道上的第四气压表43上的压力值。同时,通过第一温度控制器94控制第一电加热套92的加热温度,使得环压筒内的温度升高,通过第一温度传感器93实时监控环压筒的温度,再

将温度信号发送至第一温度控制器94,当环压筒内的温度达到预设值时,第一温度控制器94控制第一电加热套92的断开,加热升温停止,以模拟地层的高温环境。打开位于第一出液口上第二子管道的第三安全阀73或第二出液口上第二子管道的第三安全阀73,以及安装在第二进液端上第一子管道的第四安全阀76,使得第一中间容器罐10或第二中间容器罐11中的工作液通过对应的第二子管道和第一主管道54输入岩心夹持器上的第一子管道内,进而进入标准岩心内,以进行侵入反应,侵入反应完成后,打开安装在第二出液端上第三子管道的第五安全阀74,产生的废液通过第二出液端上的第三子管道和第五主管道53排进废液收集系统80中进行收集。将外筒994和胶套筒995均为透明结构,并在第一电加热套92和外壳90上设有缺口,可方便对岩心侵入程度进行随时观察和记载,此外,为了方便记录渗透距离,胶套筒995上设有刻度线。为了真实的模拟在实际地层环境中研究工作液侵入地层的过程,本实施例在岩心夹持器中设置环压腔996、第一电加热套92、第一温度传感器93和第一温度控制器94,其中,环压腔996可承受20MPa的环压,以真实的模拟地层的高压环境,第一电加热套92、第一温度传感器93和第一温度控制器94于模拟0~200℃的地层温度条件,并能灵敏自动的对环压筒内的温度进行调节和实施监控。本发明中的岩心夹持器,适用于在高温和高压条件,能很好地满足测试实验要求从而更有利于完成岩心的渗透实验,能通过可视化窗口实时观察不同时间的钻完井液渗透距离,且区别于传统的岩心夹持器,本发明中将胶套筒995和外筒994设为透明结构,可随时对钻完井液渗透过程和渗透距离进行监控和记录,方便了解实验进程。

[0039] 所述可视化加压舱包括舱体100、反应座101、玻璃芯片和盖体103,所述舱体100为竖直设置的圆柱体结构,其内部中空,所述舱体100的下端设有底座104,所述舱体100的上端同轴开有圆柱体状的第三凹槽,所述第三凹槽内设有第二电加热套106,所述反应座101位于所述第三凹槽匹配的圆柱体结构,其竖直设置在所述第三凹槽内,且下端伸入所述第二电加热套106内,所述第二电加热套106包裹在所述反应座101下端的外周,其上端延伸至伸出所述第三凹槽外,所述反应座101的上端同轴设有圆柱状的第四凹槽107,所述玻璃芯片设置在所述第四凹槽107内,所述盖体103设置在所述反应座101的上端,并通过螺栓可拆卸的安装所述反应座101的上端,以用于盖住或打开所述反应座101的上端,所述盖体103的下端同轴设有与所述第四凹槽107匹配的凸圈108,当所述盖体103盖住所述反应座101时,所述凸圈108伸入所述第四凹槽107内,所述凸圈108的外周设有密封圈,所述盖体103的上端开有与所述凸圈108连通的第三缺口110,所述第三缺口110和所述凸圈108内均设有透明玻璃,所述舱体100的下端分别设有与所述第三凹槽连通的第一工作液入口111、第一工作液出口112和第一围压入口113,所述反应座101的下端设有与所述第四凹槽107连通的第二工作液入口114、第二工作液出口115和第二围压入口116,所述第二工作液入口114与所述第一工作液入口111连通,以形成工作液入口通道,所述第二工作液出口115与所述第一工作液出口112连通,以形成工作液出口通道,所述第二围压入口116与所述第一围压入口113连通,以形成围压入口通道,所述工作液入口通道内设有所述第一子管道,所述工作液出口通道内设有所述第三子管道,所述围压入口通道内安装有所述第四子管道,所述舱体100内填充有第二保温件117,所述第二保温件117为保温棉。

[0040] 在上述实施例中,还包括芯片压板118和两个橡胶垫片119,所述芯片压板118设置在所述玻璃芯片的上方,所述芯片压板118通过多个第三螺栓120所述第四凹槽107的底壁

可拆卸连接,所述芯片压板118上设有两个螺纹通孔,每个螺纹通孔内均螺纹安装有第二螺栓121,两个所述橡胶垫片119均设置在所述玻璃芯片的上方,并分别对应的设置在两个所述第二螺栓121的螺纹端的下端,通过拧紧两个所述第二螺栓121,以对玻璃芯片进行固定,所述橡胶垫片119可防止第二螺栓121划伤所述玻璃芯片。

[0041] 在上述实施例中,所述第三凹槽由从下至上依次同轴设置的第五凹槽105和第六凹槽122组成,所述第五凹槽105和所述第六凹槽122均为圆柱体结构,且所述第五凹槽105直径大于所述第六凹槽122的直径,所述第六凹槽122的上端延伸至与所述舱体100的上端平齐,所述第二电加热套106设置在所述第五凹槽105内,所述反应座101为与所述第六凹槽122匹配的圆柱体结构,其下端分别穿过所述第六凹槽122和所述第五凹槽105,并伸入所述第五凹槽105内,其上端延伸至伸出所述第六凹槽122外,所述第一工作液入口111、所述第一工作液出口112和所述第一围压入口113均与所述第五凹槽105连通。

[0042] 在上述实施例中,所述玻璃芯片为矩形结构,所述第四凹槽107的底壁上开有矩形状的第七凹槽123,所述第二工作液入口114和所述第二工作液出口115和所述第二围压入口116均与所述第七凹槽123连通,且所述第七凹槽123对应所述第二工作液入口114和所述第二工作液出口115的位置均设有O型圈124,所述玻璃芯片水平设置在所述O型圈124上,所述芯片压板118设置在所述第四凹槽107内。其中,所述O型圈124用于垫起玻璃芯片,防止玻璃芯片在高温高压的作用下,黏在第七凹槽123的底壁上,堵住第二工作液入口114、第二工作液出口115和第二围压入口116,影响工作液和高压气体的正常输送。

[0043] 在上述实施例中,还包括第二温度传感器125和第二温度控制器126,所述舱体100的下端分别设有与所述第五凹槽105连通的第一安装通孔,所述反应座101的下端设有与所述第七凹槽123连通的第二安装通孔,所述第一安装通孔和所述第二安装通孔连通,以形成安装通道,所述第二温度传感器125安装在所述安装通道内,其用于检测所述反应座101内的温度,所述第二温度控制器126分别与所述第二温度传感器125和所述第二电加热套106连接。

[0044] 在本发明中,安装在工作液入口通道的第一子管道构成可视化加压舱的第三进液端,安装在工作液出口通道的第三子管道构成可视化加压舱的第三出液端,安装在围压入口通道内的第四子管道构成可视化加压舱的第三进气端。当要进模拟岩心的侵入实验的时候,先将玻璃芯片放置在第七凹槽123内,再将芯片压板118放置在第四凹槽107内,先通过多个第三螺栓120将其固定在第四凹槽107内后,在通过拧紧两个第二螺栓121,以将玻璃芯片进行固定后,盖上盖体103。打开安装在围压入口通道内第四子管道的第三调压阀32,设置围压大小,同时启动第一储气罐23,向第七凹槽123和第四凹槽107内输送高压气体,以模拟地层的高压环境。同时,通过第二温度控制器126控制第二电加热套106的加热温度,使得第七凹槽123和第四凹槽107内的温度升高,通过第二温度传感器125实时监控第七凹槽123和第四凹槽107的温度,再将温度信号发送至第二温度控制器126,当第七凹槽123和第四凹槽107内的温度达到预设值时,第二温度控制器126控制第二电加热套106的断开,加热升温停止,以模拟地层的高温环境。打开位于第一出液口上第二子管道的第三安全阀73或第二出液口上第二子管道的第三安全阀73,以及安装在第二进液端上第一子管道的第四安全阀75,使得第一中间容器罐10或第二中间容器罐11中的工作液通过对应的第二子管道和第一主管道54输入工作液入口通道内的第一子管道内,进而进入玻璃芯片内,以模拟工作液侵

入岩心的过程,侵入反应完成后,打开安装在工作液出口通道上第三子管道的第五安全阀74,产生的废液通过安装在工作液出口通道内的第三子管道和第五主管道53排进废液收集系统80中进行收集。本发明所述的可视化加压舱,以玻璃芯片代替试验岩心,在反应座101内模拟高温高压的地层环境,可高度还原实际工作液侵入岩心时的地层环境,且无需进行实地采取试验岩心,即可对工作液在岩心中的侵入规律进行研究,简化了实验步骤,还具有实验结果精度高和操作方便等优点。

[0045] 一种研究钻完井液沿井周渗透规律的装置,还包括数据采集单元130和数据处理单元140,所述外壳90的上方和所述盖体103的上方均设有所述数据采集单元130,且,位于所述外壳90的上方的所述数据采集单元130的数据采集端与所述第一缺口的中心位于同一直线上,位于所述盖体103的上方的所述数据采集单元130的数据采集端与所述第二缺口的中心位于同一直线上,所述数据采集单元130和所述数据处理单元140连接,数据采集单元130用于采集所述环压筒或所述反应座101内工作液的渗透情况,并将才采集到的信息发送至所述数据处理单元140,其中数据采集单元130可以为微观显微相机或摄像机,数据处理单元140为计算机。在此,需要说明的是,本发明中的数据采集单元130和数据处理单元140均为现有技术,其数据采集原理和数据处理原理在此不再赘述。

[0046] 本发明的数据采集单元130和数据处理单元140,可对渗透实验的过程进行全程自动监控和记录,具有解放人力的优点。

[0047] 本发明提供一种钻完井液沿井周地层渗透规律的可视化实验装置,其设计充分考虑钻井和洗井过程、固井作业的实际特点,为研究井下外来工作液在驱动压力及不同温度条件下,外来工作液在井周油气地层的渗透规律提供了新的实验手段,具有操作方便、模块化和集成化程度高等优点。

[0048] 一种利用上述装置研究钻完井液沿井周地层渗透规律的方法,主要包括采用岩心夹持器完成渗透实验的方法和采用可视化加压舱完成玻璃芯片仿真试验的两种方法。其中,采用岩心夹持器完成渗透实验的方法主要包括以下步骤:

[0049] (1) 分别向第一中间容器罐和第二中间容器罐内装满钻井液和完井液,并分别对第一中间容器罐内的钻井液和第二中间容器罐内的完井液进行染色;

[0050] (2) 将已制备好的标准岩心装入岩心夹持器中并用堵头装置进行固定;

[0051] (3) 打开储气瓶、气体增压泵和空气压缩机,分别向第一储气罐和第二储气罐内输送高压气体,调节第一调压阀,并观察第一气压表,直至第一储气罐和第二储气罐内气体压力达到预设值;

[0052] (4) 通过手摇泵设置回压阀的出口压力值;

[0053] (5) 关闭第二安全阀,打开安装第一中间容器罐气体输送管道上的第一安全阀和第三安全阀,或打开安装第二中间容器罐气体输送管道上的第一安全阀和第三安全阀,安装在岩心夹持器液体输送管道的第四安全阀和第五安全阀,开始计时并观测液压表和流量计,同时记录钻完井液渗透量和观测工作液渗透距离。其中,需要研究钻井液的渗透规律时,就可打开安装第一中间容器罐气体输送管道上的第一安全阀和第三安全阀,需要研究完井液渗透规律时,就可打开安装第二中间容器罐气体输送管道上的第一安全阀和第三安全阀。

[0054] 其中,采用可视化加压舱完成侵入实验的方法主要包括以下步骤:

[0055] (1) 分别向第一中间容器罐和第二中间容器罐内装满钻井液和完井液,并分别对第一中间容器罐内的钻井液和第二中间容器罐内的完井液进行染色;

[0056] (2) 将已制备好的玻璃芯片装入可视化加压舱中并固定;

[0057] (3) 打开储气瓶、气体增压泵和空气压缩机,分别向第一储气罐和第二储气罐内输送高压气体,调节第一调压阀,并观察第一气压表,直至第一储气罐和第二储气罐内气体压力达到预设值后;

[0058] (4) 通过手摇泵设置回压阀的出口压力值;

[0059] 调节第二调节阀,开启第二安全阀,第二储气罐向第三主管道内输送高压气体,以调节回压阀的出口压力,观察第三气压表,直至将回压阀出口压力调至预设值;

[0060] (5) 打开第八安全阀,调节安装在可视化加压舱气体输送管道上的第三调压阀,观察第四气压表,直至可视化加压舱的围压达至预设值;在第二温控器中设定加热温度,打开第二电热套开始加热,直至可视化加压舱内的温度达到预设值,同时,调节第二调节阀,开启第二安全阀,第二储气罐向第三主管道内输送高压气体,观察第三气压表,直至将回压阀的出口压力调至预设值;

[0061] (6) 关闭第二安全阀,打开安装第一中间容器罐气体输送管道上的第一安全阀和第三安全阀,或打开安装第二中间容器罐气体输送管道上的第一安全阀和第三安全阀,安装在岩心夹持器液体输送管道的第四安全阀和第五安全阀,开始计时并观测液压表和流量计,同时记录钻完井液渗透量和观测工作液渗透距离。其中,需要研究钻井液的渗透规律时,就可打开安装第一中间容器罐气体输送管道上的第一安全阀和第三安全阀,需要研究完井液渗透规律时,就可打开安装第二中间容器罐气体输送管道上的第一安全阀和第三安全阀。

[0062] 在此,需要说明的是,上述方法中的各个安全阀在默认情况下均为关闭状态。

[0063] 本发明所述的一种研究钻完井液在井周地层渗透规律的方法,对储层伤害进行预评价,指导钻完井技术及优化固井工艺,避免因外来钻完井液的侵入而引起的对油气开采造成的损失。

[0064] 在本文中,所涉及的前、后、上、下等方位词是以附图中零部件位于图中以及零部件相互之间的位置来定义的,只是为了表达技术方案的清楚及方便。应当理解,所述方位词的使用不应限制本申请请求保护的范围。

[0065] 在不冲突的情况下,本文中上述实施例及实施例中的特征可以相互结合。

[0066] 以上所述仅为本发明的较佳实施例,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

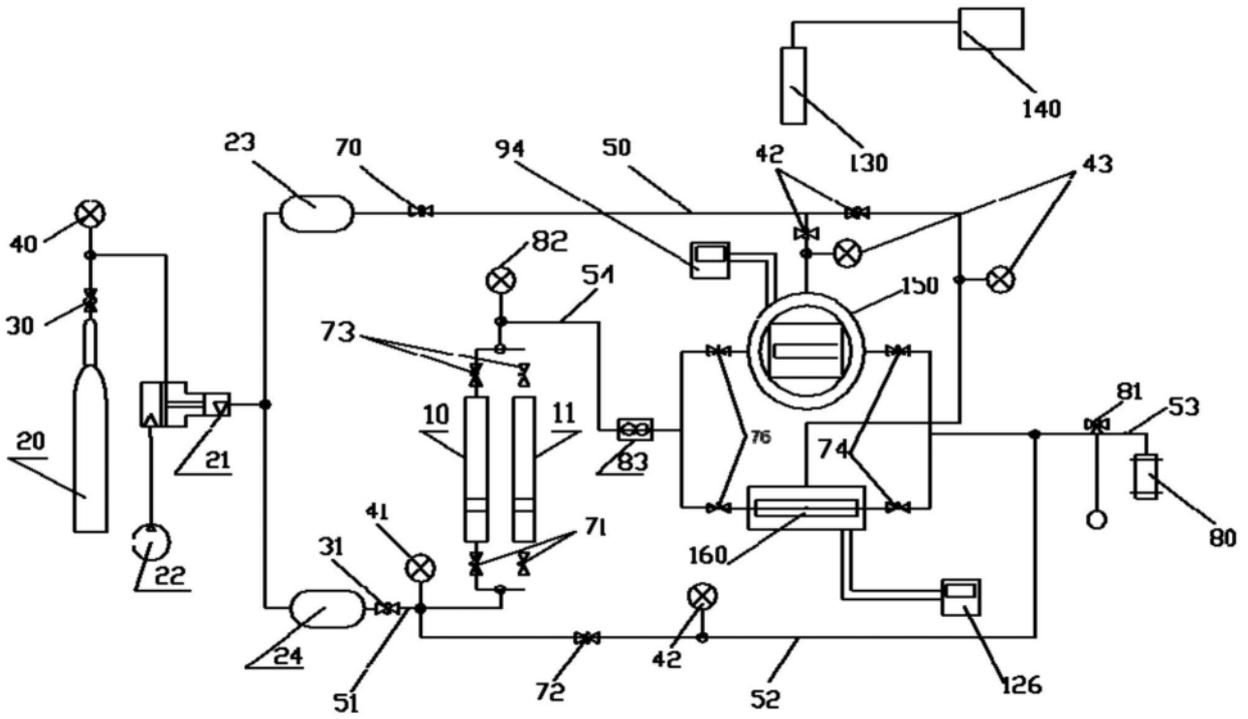


图1

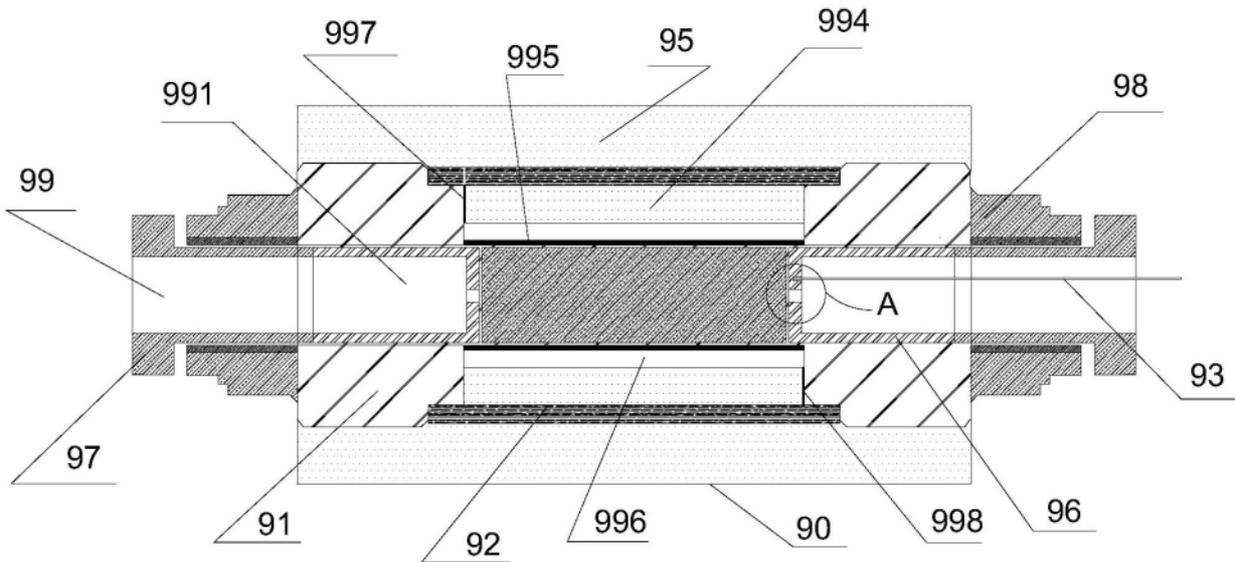


图2

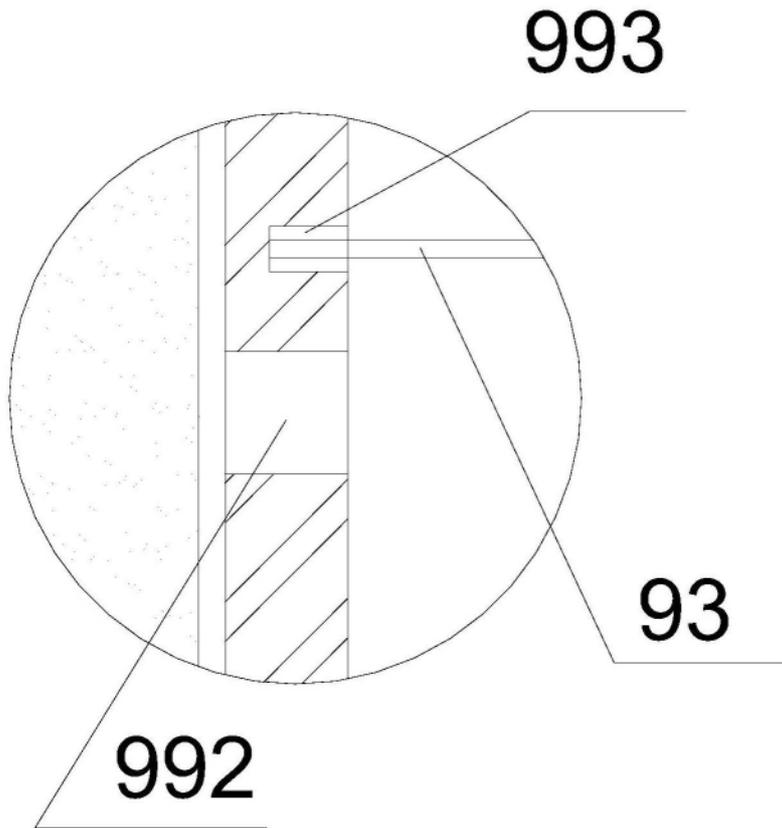


图3

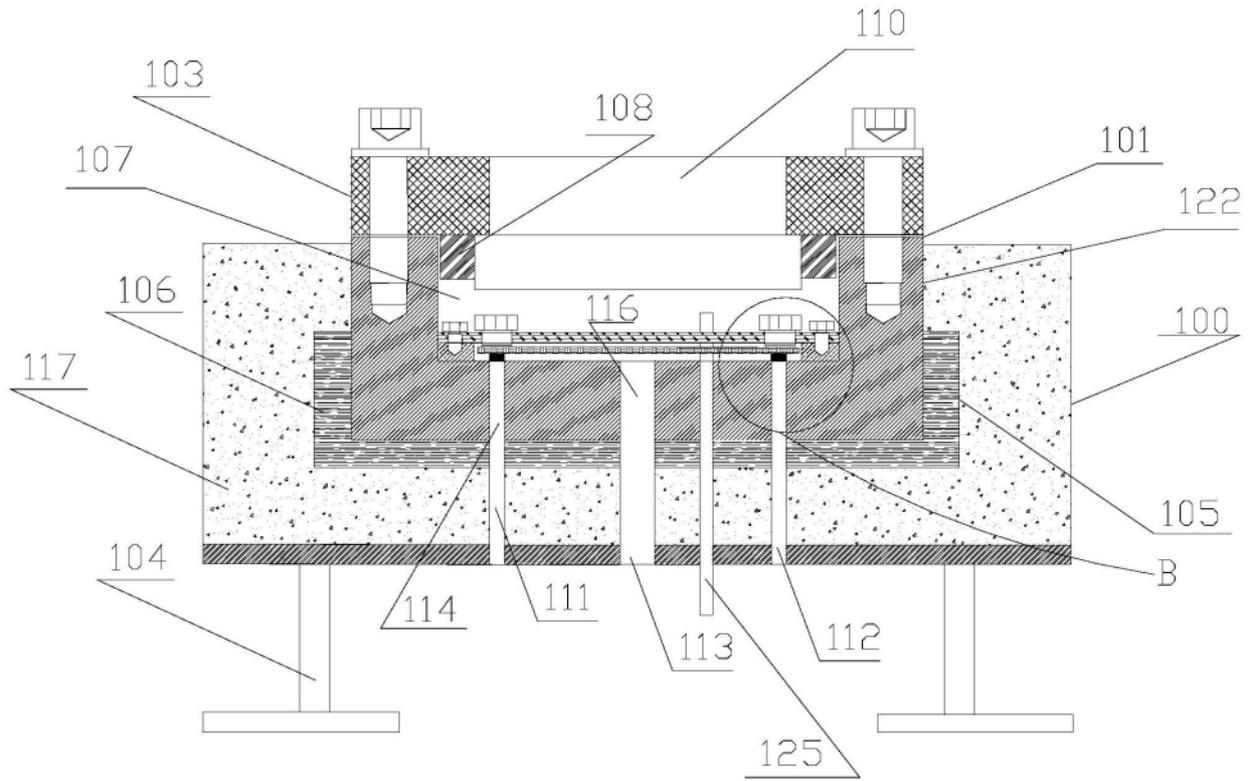


图4

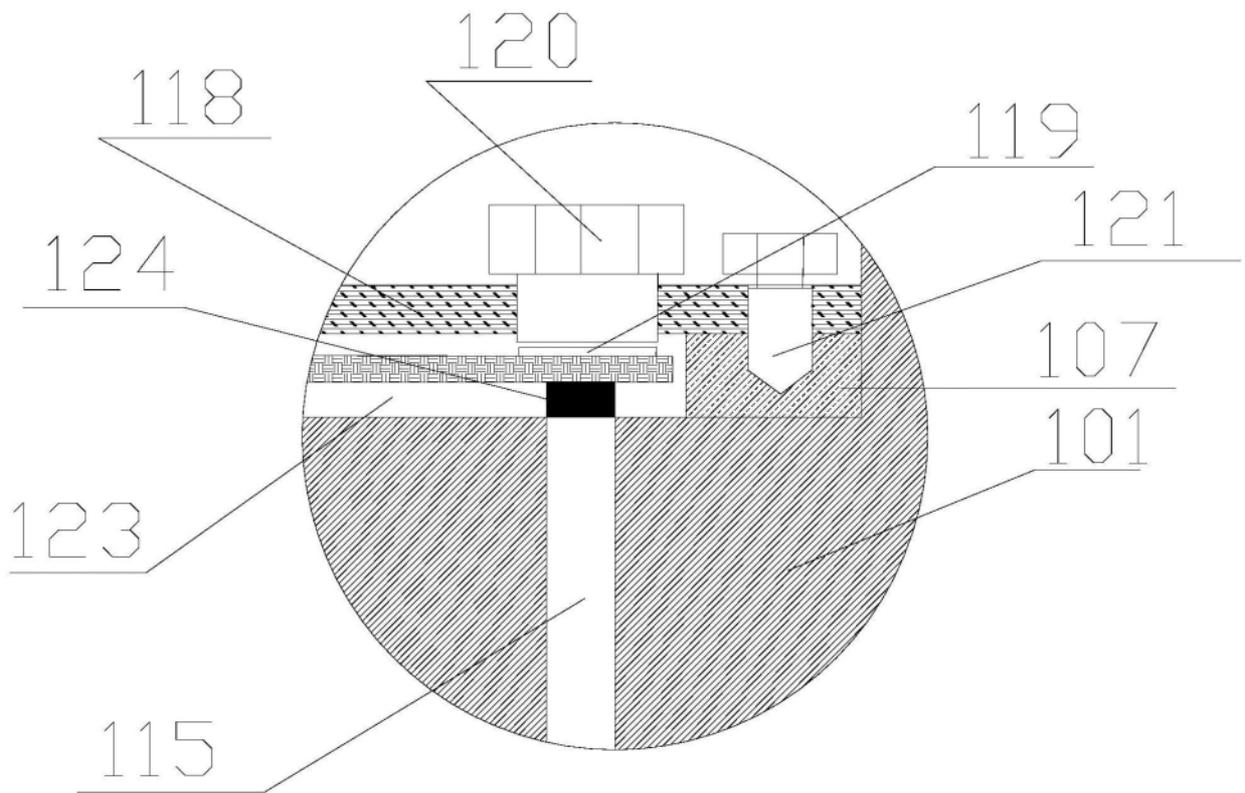


图5