



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 206192840 U

(45)授权公告日 2017.05.24

(21)申请号 201621258471.3

(22)申请日 2016.11.23

(73)专利权人 中国地质大学(武汉)

地址 430074 湖北省武汉市洪山区鲁磨路
388号中国地质大学(武汉)地质资源
环境工业技术研究院

(72)发明人 吕帅锋 李瑞 刘露露 肖宇航
董庆祥 袁铭 吕凯 谷媛媛
李俊阳 刘少杰 栗冬梅 刘盼盼

(74)专利代理机构 北京轻创知识产权代理有限公司 11212

代理人 杨立 陈璐

(51)Int.Cl.

G01N 15/08(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

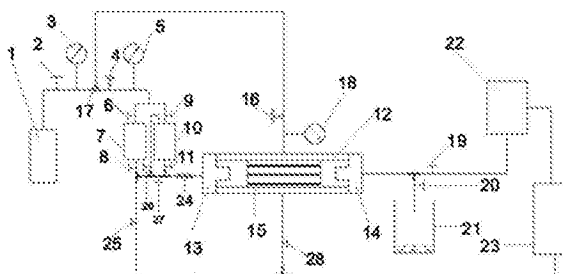
权利要求书2页 说明书7页 附图1页

(54)实用新型名称

岩心气液两用渗透率测试装置

(57)摘要

本实用新型属于油气开发室内模拟实验装置及评价技术领域,具体涉及一种岩心气液两用渗透率测试装置。该装置至少包括:气驱进样装置,其包括气驱进气模块和气驱进液模块;可视岩心夹持器,其包括进口端、出口端、第一塞体和第二塞体;以及与出气管道连通的气体流量计。通过本实用新型所提供的技术方案能够同时测试岩心的气体渗透率和液体流动渗透率以及在工作液污染下岩心的渗透率恢复程度。该装置仿真性强,连接巧妙,结构简单,操作方便,稳定性高,坚固耐用。



1. 一种岩心气液两用渗透率测试装置, 其特征在于, 至少包括:

气驱进样装置, 所述气驱进样装置包括气驱进气模块和气驱进液模块;

可视岩心夹持器 (12), 所述可视岩心夹持器 (12) 包括进口端和出口端, 所述进口端设置有第一塞体 (13), 所述第一塞体 (13) 设置有进气管道, 所述出口端设置有第二塞体 (14), 所述第二塞体 (14) 设置有出气管道, 所述气驱进气模块和所述气驱进液模块分别连通所述进气管道;

以及与所述出气管道连通的气体流量计 (22)。

2. 根据权利要求1所述的岩心气液两用渗透率测试装置, 其特征在于:

所述气驱进气模块包括依次连通的第一气源、储气罐 (7) 和第一加热装置, 所述第一加热装置连通所述进气管道;

所述气驱进液模块包括依次连通的第二气源、储液罐 (10) 和第二加热装置, 所述第二加热装置连通所述进气管道。

3. 根据权利要求2所述的岩心气液两用渗透率测试装置, 其特征在于: 所述第一气源与所述第二气源为同一气源瓶 (1); 所述第一加热装置与所述第二加热装置为同一加热器 (24)。

4. 根据权利要求3所述的岩心气液两用渗透率测试装置, 其特征在于:

在所述出气管道和所述气体流量计 (22) 之间设置有集液瓶 (21);

所述气体流量计 (22) 还与气体收集瓶 (23) 连通, 所述气体收集瓶 (23) 还分别连通所述可视岩心夹持器 (12) 和所述储气罐 (7)。

5. 根据权利要求4所述的岩心气液两用渗透率测试装置, 其特征在于: 所述气驱进样装置还包括第一三通管路 (17)、第二三通管路、第三三通管路、第四三通管路、第五三通管路和第六三通管路, 所述储气罐 (7) 包括进气口和出气口, 所述储液罐 (10) 包括进液口和出液口, 其中:

所述第一三通管路 (17) 的第一个端口连通所述气源瓶 (1), 所述第一三通管路 (17) 的第二个端口连通所述可视岩心夹持器 (12) 的加压端, 所述第一三通管路 (17) 的第三个端口分别连通所述进气口和所述进液口;

所述第二三通管路的第一个端口连通所述出气口, 所述第二三通管路的第二个端口连通所述第三三通管路的第一个端口;

所述第三三通管路的第二个端口连通所述储液罐 (10) 的上端, 所述第三三通管路的第三个端口连通所述第四三通管路的第一个端口;

所述第四三通管路的第二个端口连通所述出液口, 所述第四三通管路的第三个端口连通所述加热器 (24), 所述加热器 (24) 连通所述可视岩心夹持器 (12) 的进气管道;

所述第五三通管路的第一个端口连通所述可视岩心夹持器 (12) 的出气管道, 所述第五三通管路的第二个端口连通所述集液瓶 (21), 所述第五三通管路的第三个端口连通所述气体流量计 (22);

所述第六三通管路的第一个端口连通所述第二三通管路的第三个端口, 所述第六三通管路的第二个端口连通所述可视岩心夹持器 (12) 的卸压端, 所述第六三通管路的第三个端口连通所述气体收集瓶 (23)。

6. 根据权利要求5所述的岩心气液两用渗透率测试装置, 其特征在于:

所述第一三通管路(17)的第二个端口连通有围压控制阀(16),所述围压控制阀(16)连通所述可视岩心夹持器(12)的加压端;

所述第一三通管路(17)的第三个端口连通有进口压力控制阀(4),所述进口压力控制阀(4)分别连通所述进气口和所述进液口;

所述第二三通管路的第三个端口连通有第一泄压阀(25),所述第一泄压阀(25)连通所述第六三通管路的第一个端口;

所述第六三通管路的第二个端口连通有第二泄压阀(28),所述第二泄压阀(28)连通所述可视岩心夹持器(12)的卸压端。

7.根据权利要求6所述的岩心气液两用渗透率测试装置,其特征在于:

在所述气源瓶(1)和所述第一三通管路(17)的第一个端口之间设置有第一气压表(3);

在所述储气罐(7)和所述储液罐(10)的并联的进气端与所述进口压力控制阀(4)之间设置有第二气压表(5);

在所述围压控制阀(16)和所述可视岩心夹持器(12)的加压端之间设置有第三气压表(18)。

8.根据权利要求7所述的岩心气液两用渗透率测试装置,其特征在于:

在所述气源瓶(1)和所述第一气压表(3)之间设置有第一开关(2);

在所述储气罐(7)和所述储液罐(10)的并联的进气端和所述进气口之间设置有第二开关(6);

在所述储气罐(7)和所述储液罐(10)的并联的进气端和所述进液口之间设置有第三开关(9);

在所述出气口和所述第二三通管路的第一个端口之间设置有第四开关(8);

在连通所述储液罐(10)的上端和所述第三三通管路的第二个端口的管路上设置有第五开关(26);

在所述出液口和所述第四三通管路的第二个端口之间设置有第六开关(11);

在所述第五三通管路的第三个端口和所述气体流量计(22)之间设置有第七开关(19);

在所述第五三通管路的第二个端口和所述集液瓶(21)直接设置有第八开关(20);

在所述第三三通管路的第三个端口和所述第四三通管路的第一个端口之间设置有第九开关(27)。

岩心气液两用渗透率测试装置

技术领域

[0001] 本实用新型属于油气开发室内模拟实验装置及评价技术领域,具体涉及一种岩心气液两用渗透率测试装置。

背景技术

[0002] 在油气藏开发过程中,工作液(如钻井液、完井液、压裂液等)常常会对储层造成伤害,造成储层渗透率的降低,从而影响油气产量的提高。模拟工作液对储层的污染过程以及评价储层渗透率伤害程度对油气开采和储层保护具有一定的指导意义和借鉴意义。

[0003] 以往测试岩心渗透率实验装置基本是气体渗透率测试装置和液体流动渗透率测试装置,往往二者是分开的两套装置。对于同一个岩心,需要分别用两套装置测试,在取出和装入岩心的过程中,一方面造成了岩心的不可避免的损伤以及实验条件的改变,另一方面使得实验时间和成本大大增加。本装置能够使同一岩心在同一装置中分别测出气体渗透率和液体渗透率,进而评价岩心的渗透率伤害和恢复程度。

[0004] 中国专利申请CN201110368838公开了一种煤岩岩心气体渗透率测量装置,主要由高压气源模块、岩心夹持器模块、环压加载模块、数据计量模块、真空处理模块组成,通过针型阀相连,所述高压气源模块包括高压气瓶、减压阀、缓冲容器;所述岩心夹持器模块为岩心夹持器;所述环压加载模块为手摇泵;所述数据计量模块包括精密压力表和精密压力表、皂泡流量计;所述真空处理模块为真空泵。虽然该装置操作方便,测量数据重复性好,实验误差小,成本低,适用于煤岩岩心气体渗透率及等效液体渗透率测试领域,但是只能完成岩心气体渗透率这一种岩心渗透率的测量。中国专利申请201610134362.9公开了一种气水两相有效渗透率精确测定新装置及方法,该装置包括恒压气源、水恒速微量泵、压力表、夹持器缸、岩心、钢制圆柱体、橡皮套、水计量器和气计量器,所述恒压气源、压力表、夹持器缸、岩心、橡皮套、水计量器和气计量器依次连接。虽然该发明还提供了一种气水两相有效渗透率精确测定新方法,虽然排除测试流体沿岩石样品侧表面与密封套之间间隙通过对测试结果造成的干扰,对通过岩心流体的流量计量更准确,渗透率计算结果更可靠,但其主要在提高精确度上,适用面依然有局限。

实用新型内容

[0005] 为解决现有技术的不足,本实用新型提供了一种岩心气液两用渗透率测试装置。本实用新型所提供的技术方案能够同时测试岩心的气体渗透率和液体流动渗透率以及在工作液污染下岩心的渗透率恢复程度。该装置仿真性强,连接巧妙,结构简单,操作方便,稳定性高,坚固耐用。

[0006] 本实用新型所提供的技术方案如下:

[0007] 一种岩心气液两用渗透率测试装置,至少包括:

[0008] 气驱进样装置,所述气驱进样装置包括气驱进气模块和气驱进液模块;

[0009] 可视岩心夹持器,所述可视岩心夹持器包括进口端和出口端,所述进口端设置有

第一塞体,所述第一塞体设置有进气管道,所述出口端设置有第二塞体,所述第二塞体设置有出气管道,所述气驱进气模块和所述气驱进液模块分别连通所述进气管道;

[0010] 以及与所述出气管道连通的气体流量计。

[0011] 可视岩心夹持器具有透明的壳体,能够观测到液体流过岩心的现象,直观的反映岩心受污染过程。

[0012] 具体的:

[0013] 所述气驱进气模块包括依次连通的第一气源、储气罐和第一加热装置,所述第一加热装置连通所述进气管道;

[0014] 所述气驱进液模块包括依次连通的第二气源、储液罐和第二加热装置,所述第二加热装置连通所述进气管道。

[0015] 进一步的,所述第一气源与所述第二气源为同一气源瓶;所述第一加热装置与所述第二加热装置为同一加热器。气源瓶提供氮气或者甲烷等气体,依据实验调整。

[0016] 进一步的,在所述出气管道和所述气体流量计之间设置有集液瓶;

[0017] 在所述气体流量计的后端设置有气体收集瓶,所述气体收集瓶分别连通所述可视岩心夹持器和所述储气罐。

[0018] 进一步的,所述气驱进样装置还包括第一三通管路、第二三通管路、第三三通管路、第四三通管路、第五三通管路和第六三通管路,所述储气罐包括进气口和出气口,所述储液罐包括进液口和出液口,其中:

[0019] 所述第一三通管路的第一个端口连通所述气源瓶,所述第一三通管路的第二个端口连通所述可视岩心夹持器的加压端,所述第一三通管路的第三个端口分别连通所述进气口和所述进液口;

[0020] 所述第二三通管路的第一个端口连通所述出气口,所述第二三通管路的第二个端口连通所述第三三通管路的第一个端口;

[0021] 所述第三三通管路的第二个端口连通所述储液罐的上端,所述第三三通管路的第三个端口连通所述第四三通管路的第一个端口;

[0022] 所述第四三通管路的第二个端口连通所述出液口,所述第四三通管路的第三个端口连通所述加热器,所述加热器连通所述可视岩心夹持器的进气管道;

[0023] 所述第五三通管路的第一个端口连通所述可视岩心夹持器的出气管道,所述第五三通管路的第二个端口连通所述集液瓶,所述第五三通管路的第三个端口连通所述气体流量计;

[0024] 所述第六三通管路的第一个端口连通所述第二三通管路的第三个端口,所述第六三通管路的第二个端口连通所述可视岩心夹持器的卸压端,所述第六三通管路的第三个端口连通所述气体收集瓶。

[0025] 进一步的,所述第一三通管路的第二个端口连通有围压控制阀,所述围压控制阀连通所述可视岩心夹持器的加压端;

[0026] 所述第一三通管路的第三个端口连通有进口压力控制阀,所述进口压力控制阀分别连通所述进气口和所述进液口;

[0027] 所述第二三通管路的第三个端口连通有第一泄压阀,所述第一泄压阀连通所述第六三通管路的第一个端口;

[0028] 所述第六三通管路的第二个端口连通有第二泄压阀,所述第二泄压阀连通所述可视岩心夹持器的卸压端。

[0029] 进一步的,在所述气源瓶和所述第一三通管路的第一个端口之间设置有第一气压表;

[0030] 在所述储气罐和所述储液罐的并联的进气端与所述进口压力控制阀之间设置有第二气压表;

[0031] 在所述围压控制阀和所述可视岩心夹持器的加压端之间设置有第三气压表。

[0032] 进一步的,在所述气源瓶和所述第一气压表之间设置有第一开关;

[0033] 在所述储气罐和所述储液罐的并联的进气端和所述进气口之间设置有第二开关;

[0034] 在所述储气罐和所述储液罐的并联的进气端和所述进液口之间设置有第三开关;

[0035] 在所述出气口和所述第二三通管路的第一个端口之间设置有第四开关;

[0036] 在连通所述储液罐的上端和所述第三三通管路的第二个端口的管路上设置有第五开关;

[0037] 在所述出液口和所述第四三通管路的第二个端口之间设置有第六开关;

[0038] 在所述第五三通管路的第三个端口和所述气体流量计之间设置有第七开关;

[0039] 在所述第五三通管路的第二个端口和所述集液瓶直接设置有第八开关;

[0040] 在所述第三三通管路的第三个端口和所述第四三通管路的第一个端口之间设置有第九开关。

[0041] 需要说明的是,针对上述各三通管路,为了便于描述,将靠近气源一侧的端口描述为第一个端口,将远离气源一侧的端口描述为第三个端口,将第一个端口和第三个端口之间的端口描述为第二个端口。

[0042] 本实用新型还提供了一种储层伤害评价方法,包括以下步骤:

[0043] 1) 以本实用新型所提供的岩心气液两用渗透率测试装置对岩心进行气体渗透率的测定,并计算岩心的气体渗透率,记为 K_1 ;

[0044] 2) 以本实用新型所提供的岩心气液两用渗透率测试装置用测试岩心的液体渗透率的方法对岩心进行污染伤害;

[0045] 3) 以本实用新型所提供的岩心气液两用渗透率测试装置对步骤2) 污染伤害后的岩心进行气体渗透率的测定,并计算岩心的气体渗透率,记为 K_2 ;

[0046] 4) 计算 $K_2/K_1 \times 100\%$,得到岩心的渗透率恢复率;计算 $(1-K_2/K_1) \times 100\%$,得到渗透率伤害率。

[0047] 具体的,岩心的气体渗透率的测定方法包括以下步骤:

[0048] 1) 关闭各开关、围压控制阀、进口压力控制阀和各泄压阀;

[0049] 2) 在可视岩心夹持器中装入岩心,塞入第一塞体和第二塞体对岩心进行固定;

[0050] 3) 打开第一开关,提供气压;

[0051] 4) 调节围压控制阀,给岩心施加围压;

[0052] 5) 调节进口压力控制阀至固定压力,打开第二开关、第四开关、第九开关和第七开关,让实验气体通过岩心,调节加热器设定实验温度;

[0053] 6) 进口压力数值通过第二压力表5读取,出口压力为大气压,出口气体流量数值由气体流量计读取,岩心的长度和截面积测量得到,通过适合气体渗透率测试的修正达西公

式计算出岩心的气体渗透率。

[0054] 具体的,岩心的液体渗透率的测定方法包括以下步骤:

[0055] 1) 关闭各开关、围压控制阀、进口压力控制阀和各泄压阀;

[0056] 2) 将待测液体装入储液罐,在可视岩心夹持器中装入岩心,塞入第一塞体和第二塞体对岩心进行固定;

[0057] 3) 打开第一开关,提供气压;

[0058] 4) 调节围压控制阀,对岩心施加围压;

[0059] 5) 调节进口压力控制阀至固定压力,打开第三开关、第六开关和第八开关,让气体驱替待测液通过岩心,调节加热器设定实验温度;

[0060] 6) 进口压力数值通过第二压力表5读取,出口压力为大气压,出口液体流量通过计时和集液瓶中液体体积计算得到,岩心的长度和截面积测量得到,通过达西渗流公式计算出岩心的液体渗透率。

[0061] 上述储层伤害评价方法、岩心的气体渗透率的测定方法以及岩心的液体渗透率的测定方法均可由本实用新型所提供的岩心气液两用渗透率测试装置实现。

[0062] 相比较现有技术,本实用新型具有以下优点:

[0063] 1、在同一装置条件下可以实现测试岩心气体渗透率和液体渗透率的目的,操作简单,节省实验时间,避免了两套仪器分开测试造成的岩心损坏。

[0064] 2、本装置中岩心夹持器可视,能够观测到液体流过岩心的现象,直观的反映岩心受污染过程。

[0065] 3、具有加热恒温装置,能够实现在特定的温度条件下测试液体或者气体渗透率。

[0066] 4、实验气体为氮气,可以排放至空气,如果为甲烷等对环境不友好气体,则可以通过气体收集器收集实验气体。

附图说明

[0067] 图1是本实用新型所提供的岩心气液两用渗透率测试装置的结构示意图。

[0068] 附图1中,各标号所代表的结构列表如下:

[0069] 1、气源瓶,2、第一开关,3、第一气压表,4、进口压力控制阀,5、第二气压表,6、第二开关,7、储气罐,8、第四开关,9、第三开关,10、储液罐,11、第六开关,12、可视岩心夹持器,13、第一塞体,14、第二塞体,15、岩心,16、围压控制阀,17、第一三通管路,18、第三气压表,19、第七开关,20、第八开关,21、集液瓶,22、气体流量计,23、气体收集瓶,24、加热器,25、第一泄压阀,26、第五开关,27、第九开关,28、第二泄压阀。

具体实施方式

[0070] 以下对本实用新型的原理和特征进行描述,所举实施例只用于解释本实用新型,并非用于限定本实用新型的范围。

[0071] 在一个具体实施方式中,如图1所示,一种岩心气液两用渗透率测试装置,包括气驱进样装置、可视岩心夹持器12、集液瓶21、气体流量计22和气体收集瓶23。可视岩心夹持器12包括进口端和出口端,进口端设置有第一塞体13,第一塞体13设置有进气管道,出口端设置有第二塞体14,第二塞体14设置有出气管道。可视岩心夹持器12内设置岩心15。

[0072] 气驱进样装置包括气源瓶1、第一开关2、第一气压表3、第一三通管路17、进口压力控制阀4、第二气压表5、第二开关6、储气罐7、第四开关8、第三开关9、储液罐10、第六开关11、第二三通管路、第三三通管路、第四三通管路、加热器24、第五开关26和第九开关27。

[0073] 气源瓶1、第一开关2、第一气压表3、第一三通管路17和进口压力控制阀4和依次设置。进口压力控制阀4分别连通有第二开关6和第三开关9。第二开关6连通储气罐7，储气罐7连通第四开关8，第四开关8连通第二三通管路的第一个端口。

[0074] 第三开关9连通储液罐10，储液罐10连通第六开关11，第六开关11连通第四三通管路的第二个端口。

[0075] 另外，储液罐10的上端连通第五开关26，第五开关26连通第三三通管路的第二个端口。

[0076] 第二三通阀的第二个端口、第三三通的第一个端口、第三三通阀的第三个端口、第四三通阀的第三个端口、加热器24以及进口管道依次连通。

[0077] 进口管道连通第五三通管路的第一个端口，第五三通管路的第二个端口连通第八开关20，第八开关20连通集液瓶21。第五三通管路的第三个端口连通第七开关19，第七开关19连通气体流量计22。气体流量计22连通气体收集瓶23，气体收集瓶23连通第六三通管路的第三个端口。第六三通管路的第二个端口连通第二泄压阀28，第二泄压阀28连通可视岩心夹持器12的泄压端。第六三通管路的第一个端口连通第一泄压阀25，第一泄压阀25连通第二三通管路的第三个端口。第三三通管路的第三个端口和第四三通管路的第一个端口之间设置第九开关27。

[0078] 第一开关和第一三通管路17之间设置第一气压表3。进口压力控制阀4之后设置第二气压表5。第一三通管路的17的第二个端口连接围压控制阀16，围压控制阀16和可视岩心夹持器12的加压端之间设置、第三气压表18。

[0079] 在上述装置中

[0080] 气源瓶1，可为氮气或者甲烷等气体，根据实验需要而定；

[0081] 第一开关2，控制气源开关；

[0082] 第一气压表3，显示气源压力；

[0083] 进口压力控制阀4，控制进入储气罐7和储液罐10中的压力；

[0084] 第二气压表5，显示进入储气罐7和储液罐10中的压力；

[0085] 第二开关6，安装在进口压力控制阀4和储气罐7之间管路上，控制储气罐7的压力；

[0086] 储气罐7，里边气体即气源1中的气体；

[0087] 第四开关8，安装在储气罐7和夹持器第一塞体13之间管路上，控制储气罐气体的进口压力；

[0088] 第三开关9，安装在进口压力控制阀4和储液罐10之间管路上，控制储液罐10的压力；

[0089] 储液罐10，内装实验待测液，比如清水、钻井液等；

[0090] 第六开关11，安装在储气罐10和夹持器第一塞体13之间管路上，控制储液罐气体的进口压力；

[0091] 可视岩心夹持器12，夹持器由刚性外壳和内部气囊构成，可以通过控制围压阀16使气体进入刚性外壳和气囊之间的密闭空间，从而施加围压以夹紧岩心，此夹持器为透明

材料做成；

[0092] 第一塞体13和第二塞体14,第一塞体13和第二塞体分别在夹持器12两端,可以插入夹持器从而固定岩心；

[0093] 岩心15,装在夹持器中,为天然岩心或者人造岩心；

[0094] 围压控制阀16,通过调节围压控制阀从而调节岩心周向压力；

[0095] 第一三通管路17,分别与气源钢瓶1、储气罐7/储液罐10、夹持器12相连,由气源钢瓶提供气体,通过进口压力控制阀4和围压控制阀18来调节输出压力大小；

[0096] 第三气压表18,显示岩心围压大小；

[0097] 第七开关19,安装在第二塞体14和气体流量计22之间的管路上；

[0098] 第八开关20,安装在第二塞体出液管路上,控制液体流出；

[0099] 集液瓶21,收集流出的液体,可读出液体体积；

[0100] 气体流量计22,可读出气体通过时的流量；

[0101] 气体收集器23,能够将从气体流量计通过的气体和储气罐中的气体收集起来；

[0102] 加热器24,装在连接第一塞体的管路上,为进入夹持器的气体/液体加热,可显示温度值；

[0103] 第一泄压阀25,用于泄掉储气罐7和储液罐10中压力；

[0104] 第五开关26,装在连接储液罐10罐口和第一塞体的管路上；

[0105] 第九开关装27在连接开关26和开关11的管路上；

[0106] 第二泄压阀28,用于泄掉夹持器围压。

[0107] 以上部件之间均为金属管路连接。

[0108] 实施例

[0109] 气体渗透率测试方法和步骤：

[0110] 1实验开始前保证所有开关、控制阀和泄压阀关闭。

[0111] 2在可视岩心夹持器12中装入岩心,插入第一塞体13和第二塞体14固定之。

[0112] 3打开第一开关2,提供气压。

[0113] 4调节围压控制阀16,给岩心施加一定围压。

[0114] 5调节进口压力控制阀4至固定压力,打开储气罐开关6、第四开关8、第九开关27和第七开关19,让实验气体通过岩心。调节加热器24设定实验温度。

[0115] 6进口压力数值通过第二气压表5读取,出口气体流量数值由气体流量计22读取,出口压力为大气压,岩心的长度和截面积可测,从而通过达西定律修正公式计算出岩心的气体渗透率。

[0116] 7实验完毕后,关闭第一开关2、第二开关6、第七开关19、第九开关27、进口压力控制阀4和围压控制阀16。打开泄压阀25排出储气罐7中的气体,之后关闭第四开关8和泄压阀25,打开泄压阀28泄掉夹持器12上的围压。

[0117] 液体渗透率测试方法和步骤：

[0118] 1实验开始前保证所有开关、控制阀和泄压阀关闭。

[0119] 2将待测液体装入储液罐10;在可视岩心夹持器12中装入岩心,插入第一塞体13和第二塞体14固定之。

[0120] 3打开第一开关2,提供气压。

[0121] 4调节围压控制阀16,给岩心施加一定围压。

[0122] 5调节进口压力控制阀4至固定压力,打开储第三开关9、第六开关11和第八开关20,让气体驱替待测液通过岩心。调节加热器24设定实验温度。

[0123] 6进口压力数值通过第二气压表5读取,出口液体流量通过计时和集液瓶21中液体体积计算得到,出口压力为大气压,岩心的长度和截面积可测,从而通过达西渗流公式计算出岩心的液体渗透率。

[0124] 7实验完毕后,关闭第一开关2、第三开关9、第六开关11、开关20、进口压力控制阀4和围压控制阀16。打开泄压阀25和第五开关26排出储液罐10中的气体,之后关闭第五开关26和泄压阀25,打开泄压阀28卸掉夹持器12中的围压。最后将储液罐中剩余待测液体倒出。

[0125] 岩心渗透率伤害实验:

[0126] 1测得岩心的气体渗透率 K_1 。

[0127] 2通过测试岩心液体渗透率的方法用待测液对岩心进行污染伤害。

[0128] 3再次测得岩心的气体渗透率 K_2 。

[0129] 4岩心的渗透率恢复率为 $K_2/K_1 \times 100\%$,渗透率伤害率为 $(1-K_2/K_1) \times 100\%$ 。

[0130] 以上所述仅为本实用新型的较佳实施例,并不用以限制本实用新型,凡在本实用新型的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本实用新型的保护范围之内。

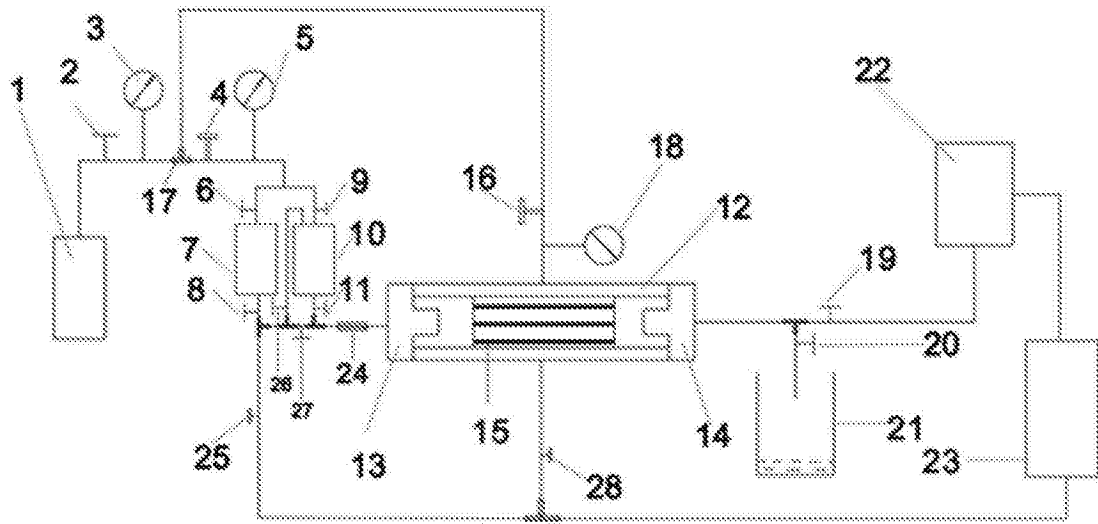


图1