



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 111982786 A

(43) 申请公布日 2020.11.24

(21) 申请号 202011021308.6

(22) 申请日 2020.09.25

(71) 申请人 中国科学院地球化学研究所
地址 550081 贵州省贵阳市观山湖区林城西路99号

(72) 发明人 李和平 刘礼宇 周宏斌 林森
李胜斌

(74) 专利代理机构 贵阳中新专利商标事务所
52100
代理人 商小川

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

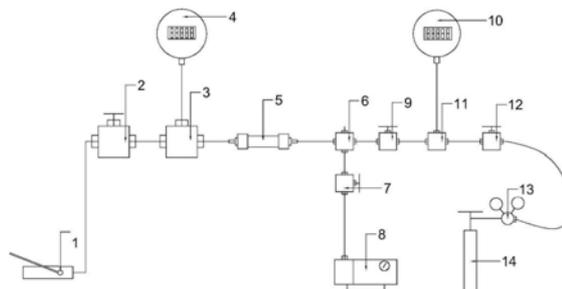
权利要求书2页 说明书3页 附图1页

(54) 发明名称

一种高静水压力下的岩石空隙度的测量装置及方法

(57) 摘要

本发明公开了一种高静水压力下的岩石空隙度的测量装置及方法,它包括高压釜(5),岩石样品(17)固定在高压釜(5)内,高压釜(5)的一端釜塞(15)与第一阀门(3)连接;第一阀门(3)与第二阀门(2)连接;第二阀门(2)连接手动液体加压泵(1);高压釜(5)另一端釜塞(19)与四通阀(6)连接;四通阀(6)一端连接真空泵(8),另一端连接第二针阀(9),第二针阀(9)与第三三通阀(11)连接;第三三通阀(11)与第三针阀(12)连接;第三针阀(12)通过减压阀(13)与氩气瓶(14)连接;现有技术没有针对高静水压力下对岩石空隙度测量的装置和方法,采用常温常压环境下测量不能实现等技术问题。



1. 一种高静水压力下的岩石空隙度的测量装置,它包括高压釜(5),其特征在于:岩石样品(17)固定在高压釜(5)内,高压釜(5)的一端釜塞(15)与第一阀门(3)连接;第一阀门(3)与第二阀门(2)连接;第二阀门(2)连接手动液体加压泵(1);高压釜(5)另一端釜塞(19)与四通阀(6)连接;四通阀(6)一端连接真空泵(8),另一端连接第二针阀(9),第二针阀(9)与第三三通阀(11)连接;第三三通阀(11)与第三针阀(12)连接;第三针阀(12)通过减压阀(13)与氩气瓶(14)连接。

2. 根据权利要求1所述的一种高静水压力下的岩石空隙度的测量装置,其特征在于:釜塞(19)伸入高压釜(5)的一端连接固定有氟橡胶套(16),岩石样品(17)包裹在氟橡胶套(16)内;氟橡胶套(16)通过金属圆环(18)固定在釜塞(19)上。

3. 根据权利要求1所述的一种高静水压力下的岩石空隙度的测量装置,其特征在于:第一阀门(3)连接有第一三通阀,第一三通阀的一端与第二阀门(2)连接,另一端与第一压力表(4)连接。

4. 根据权利要求1所述的一种高静水压力下的岩石空隙度的测量装置,其特征在于:真空泵(8)通过第一针阀(7)与四通阀(6)连接。

5. 根据权利要求1所述的一种高静水压力下的岩石空隙度的测量装置,其特征在于:第三三通阀(11)连接有第二压力表(10)。

6. 如权利要求1所述的一种高静水压力下的岩石空隙度的测量装置的测量方法,它包括:

步骤1、加工一系列外径和高度一样,含有不同空隙体积的不锈钢圆柱样品,空隙度分别为0,1%,2%,3%,4%,5%,6%,7%,8%,9%,10%;

步骤2、用氟橡胶套包裹住不锈钢圆柱样品,固定在釜塞上,并装好高压釜;

步骤3、通过手动液体加压泵给高压釜加压,至1兆帕,作为高压釜的围压;

步骤4、关闭第二针阀(9),在标准腔通入 $180\text{kpa} \pm 0.03\text{KPa}$ 的氩气;

步骤5、给样品腔抽真空让样品腔压力小于 1KPa ;

步骤6、打开第二针阀(9),连通标准腔和样品腔,记录第二压力表(10)的读数;

步骤7、替换不锈钢圆柱样品,重复步骤2-6得到不同空隙体积对应不同压力下降量拟合一条二次函数曲线,得到拟合公式 $p = -2 \times 10^{-5} * V^2 + 0.0343 * V + 69.55$; p 为压力下降量; V 为空隙体积;

步骤8、对岩石样品的空隙度进行测量:将岩石样品放入氟橡胶套内,重复步骤2-6的测量步骤,记录标准腔里的压力下降量,将记录的压力下降量代入拟合公式中,即可求出岩石样品的空隙体积,并得到空隙度。

7. 根据权利要求6所述的一种高静水压力下的岩石空隙度的测量装置的测量方法,其特征在于:所述标准腔指的是第二针阀(9)至第二阀门(12)之间的空隙。

8. 根据权利要求6所述的一种高静水压力下的岩石空隙度的测量装置的测量方法,其特征在于:所述样品腔指的是第一针阀(7)、第二针阀(9)和高压釜内样品之间的空隙。

9. 根据权利要求6所述的一种高静水压力下的岩石空隙度的测量装置的测量方法,其特征在于:它还包括:用含有不同空隙体积的紫铜圆柱样品,重复步骤2-6,将得到的气体压力下降量带入拟合公式中,得到一个测量的空隙体积与样品的实际空隙体积对比以验证拟合公式的准确性。

10. 根据权利要求6所述的一种高静水压力下的岩石空隙度的测量装置的测量方法, 其特征在于: 所述空隙度的计算方法为: 给高压釜加不同围压, 求出不同围压下岩石的空隙体积, 进而得出不同静水压力下岩石的空隙度。

一种高静水压力下的岩石空隙度的测量装置及方法

技术领域

[0001] 本发明属于岩石空隙度测量技术,尤其涉及一种高静水压力下的岩石空隙度的测量装置及方法。

背景技术

[0002] 岩石空隙度是岩石储存性质之一,是油气水储藏量计算、评价的重要参数。岩石空隙度的测量通常是在实验室里常温常压环境下测量的,或者在野外,通过地震波测井、电导率测井结合经验公式反推得到。通过地震波测井、电导率测井结合经验公式反推,由于是间接测量,误差较大很少采用,一般采用在实验室里常温常压环境下测量。在高静水压力下,对岩石空隙度的测量可以模拟地层环境下岩石的油气水储存量的变化,在实际相关资源的开采中提供了更直接的依据。但是现有技术中没有适用于高静水压力下,对岩石空隙度测量的装置和方法,在采用常温常压环境下测量不能实现这一功能。

发明内容

[0003] 本发明要解决的技术问题是:提供一种高静水压力下的岩石空隙度的测量装置及方法,以解决现有技术没有针对高静水压力下对岩石空隙度测量的装置和方法,采用常温常压环境下测量不能实现等技术问题。

[0004] 本发明所采用的技术方案是:

[0005] 一种高静水压力下的岩石空隙度的测量装置,它包括高压釜,岩石样品固定在高压釜内,高压釜的一端釜塞与第一阀门连接;第一阀门与第二阀门连接;第二阀门连接手动液体加压泵;高压釜另一端釜塞与四通阀连接;四通阀一端连接真空泵,另一端连接第二针阀,第二针阀与第三三通阀连接;第三三通阀与第三针阀连接;第三针阀通过减压阀与氩气瓶连接。

[0006] 釜塞伸入高压釜的一端连接固定有氟橡胶套,岩石样品包裹在氟橡胶套内;氟橡胶套通过金属圆环固定在釜塞上。

[0007] 第一阀门连接有第一三通阀,第一三通阀的一端与第二阀门连接,另一端与第一压力表连接。

[0008] 真空泵通过第一针阀与四通阀连接。

[0009] 第三三通阀连接有第二压力表。

[0010] 所述的一种高静水压力下的岩石空隙度的测量装置的测量方法,它包括:

[0011] 步骤1、加工一系列外径和高度一样,含有不同空隙体积的不锈钢圆柱样品,空隙度分别为0,1%,2%,3%,4%,5%,6%,7%,8%,9%,10%;

[0012] 步骤2、用氟橡胶套包裹住不锈钢圆柱样品,固定在釜塞上,并装好高压釜;

[0013] 步骤3、通过手动液体加压泵给高压釜加压,至1兆帕,作为高压釜的围压;

[0014] 步骤4、关闭第二针阀,在标准腔通入180kpa±0.03KPa的氩气;

[0015] 步骤5、给样品腔抽真空让样品腔压力小于1KPa;

[0016] 步骤6、打开第二针阀,连通标准腔和样品腔,记录第二压力表的读数;

[0017] 步骤7、替换不锈钢圆柱样品,重复步骤2-6得到不同空隙体积对应不同压力下降量拟合一条二次函数曲线,得到拟合公式 $p = -2 \times 10^{-5} \times V^2 + 0.0343 \times V + 69.55$; p 为压力下降量; V 为空隙体积;

[0018] 步骤8、对岩石样品的空隙度进行测量:将岩石样品放入氟橡胶套内,重复步骤2-6的测量步骤,记录标准腔里的压力下降量,将记录的压力下降量代入拟合公式中,即可求出岩石样品的空隙体积,并得到空隙度。

[0019] 所述标准腔指的是第二针阀至第二阀门之间的空隙。

[0020] 所述样品腔指的是第一针阀、第二针阀和高压釜内样品之间的空隙。

[0021] 它还包括:用含有不同空隙体积的紫铜圆柱样品,重复步骤2-6,将得到的气体压力下降量带入拟合公式中,得到一个测量的空隙体积与样品的实际空隙体积对比以验证拟合公式的准确性。

[0022] 所述空隙度的计算方法为:给高压釜加不同围压,求出不同围压下岩石的空隙体积,进而得出不同静水压力下岩石的空隙度。

[0023] 本发明的有益效果:

[0024] 本发明先在1兆帕静水压力下,通过一系列含有不同空隙体积的304不锈钢圆柱样品来标定系统;即在同一初始气体压力下,含有不同空隙体积的304不锈钢圆柱样品的压力下降是不同的,根据空隙体积和下降的压力拟合一个公式;使用含有不同空隙的紫铜样品,通过以上方式测得的空隙体积跟实际测量体积对比,来验证系统的可靠性;实际测试岩石样品时,把实际的岩石样品测量得到的压力下降量带入拟合公式里,求出岩石的空隙体积。最后,用岩石的空隙体积比上岩石的总体积,得到高静水压力下岩石样品的空隙度。

[0025] 与现有技术对比,本发明的有益效果是在1兆帕围压下,拟合一个空隙体积与压力下降量的公式,忽略岩石在高静水压力下的总体变形(岩石的弹性模量远大于静水压力),把高静水压力下的压力下降量带入拟合公式里,得到岩石的空隙度。实现高静水压力下空隙度的原位测量。

[0026] 解决了现有技术没有针对高静水压力下对岩石空隙度测量的装置和方法,采用常温常压环境下测量不能实现等技术问题。

附图说明

[0027] 图1为本发明结构示意图;

[0028] 图2为本发明样品在高压釜内的固定结构示意图。

具体实施方式

[0029] 一种高静水压力下的岩石空隙度的测量装置,它包括高压釜5,岩石样品17固定在高压釜5内,高压釜5的一端釜塞15与第一阀门3连接;第一阀门3与第二阀门2连接;第二阀门2连接手动液体加压泵1;高压釜5另一端釜塞19与四通阀6连接;四通阀6一端连接真空泵8,另一端连接第二针阀9,第二针阀9与第三三通阀11连接;第三三通阀11与第三针阀12连接;第三针阀12通过减压阀13与氩气瓶14连接。

[0030] 釜塞19伸入高压釜5的一端连接固定有氟橡胶套16,岩石样品17包裹在氟橡胶套

16内;氟橡胶套16通过金属圆环18固定在釜塞19上。

[0031] 氟橡胶套的作用是包裹住样品避免样品损坏;同时又确保压力不损失的传递到样品上。

[0032] 第一阀门3连接有第一三通阀,第一三通阀的一端与第二阀门2连接,另一端与第一压力表4连接。

[0033] 真空泵8通过第一针阀7与四通阀6连接。

[0034] 第三三通阀11连接有第二压力表10。

[0035] 所述的一种高静水压力下的岩石空隙度的测量装置的测量方法,它包括:

[0036] 步骤1、加工一系列外径和高度一样,含有不同空隙体积的304不锈钢圆柱样品,空隙度分别为0,1%,2%,3%,4%,5%,6%,7%,8%,9%,10%;

[0037] 步骤2、用氟橡胶套包裹住不锈钢圆柱样品,固定在釜塞上,并装好高压釜;

[0038] 步骤3、通过手动液体加压泵给高压釜加压至1兆帕,通过第一压力表观察到压力达到后停止加压并关闭第二阀门2;作为高压釜的围压;该围压作为静水压力施加到样品上。本发明围压选1兆帕,远大于180KPa,有助于保证橡皮套是紧贴样品,只有围压大于这个值,才不会引起橡胶套内部膨胀;

[0039] 步骤4、关闭第二针阀,在标准腔通入 $180\text{kpa} \pm 0.03\text{KPa}$ 的氩气;气体的初始压力为180KPa,即0.18兆帕,初始压力180KPa,在平衡后,随时间的变化幅度是最小的,也就是平衡后,稳定性较好。

[0040] 步骤5、给样品腔抽真空让样品腔压力小于1KPa;按理论上,是越小越好,但也很花费时间;本发明抽真空让样品腔压力小于1KPa,75s基本能实现,大大节约了时间,同时又能满足效果。

[0041] 步骤6、打开第二针阀,连通标准腔和样品腔,记录第二压力表的读数;将初始压力减去第二压力表的读数后得到标准腔里的压力下降量;

[0042] 步骤7、替换不锈钢圆柱样品,重复步骤2-6得到不同空隙体积的样品对应不同压力下降量,将所有样品的空隙体积和对应的压力下降量拟合出一条二次函数曲线,得到拟合公式 $p = -2 \times 10^{-5} * V^2 + 0.0343 * V + 69.55$;p为压力下降量;V为空隙体积;

[0043] 步骤8、对岩石样品的空隙度进行测量:将岩石样品放入氟橡胶套内,重复步骤2-6的测量步骤,记录标准腔里的压力下降量,将记录的压力下降量代入拟合公式中,即可求出岩石样品的空隙体积,并得到空隙度。

[0044] 所述标准腔指的是第二针阀至第二阀门之间的空隙。

[0045] 所述样品腔指的是第一针阀、第二针阀和高压釜内样品之间的空隙。

[0046] 它还包括:用含有不同空隙体积的紫铜圆柱样品,重复步骤2-6,将得到的气体压力下降量带入拟合公式中,得到一个测量的空隙体积与样品的实际空隙体积对比以验证拟合公式的准确性。

[0047] 考虑岩石在一定静水压力下骨架变形很小,忽略不计,即岩石的总体积不变;给高压釜加不同围压,测量的标准腔压力下降后的值也适用上述公式,可以求出不同围压下,岩石的空隙体积,进而,可以测量出不同静水压力下岩石的空隙度。

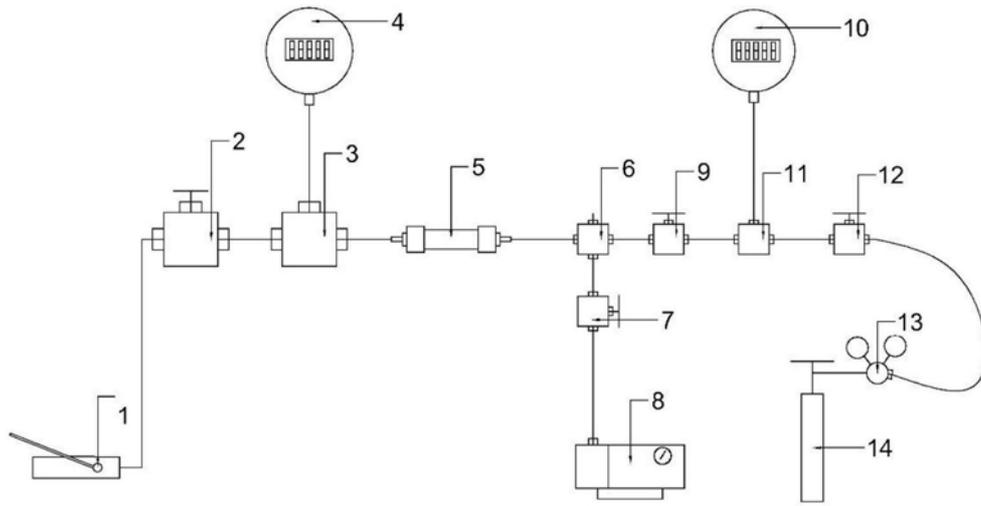


图1

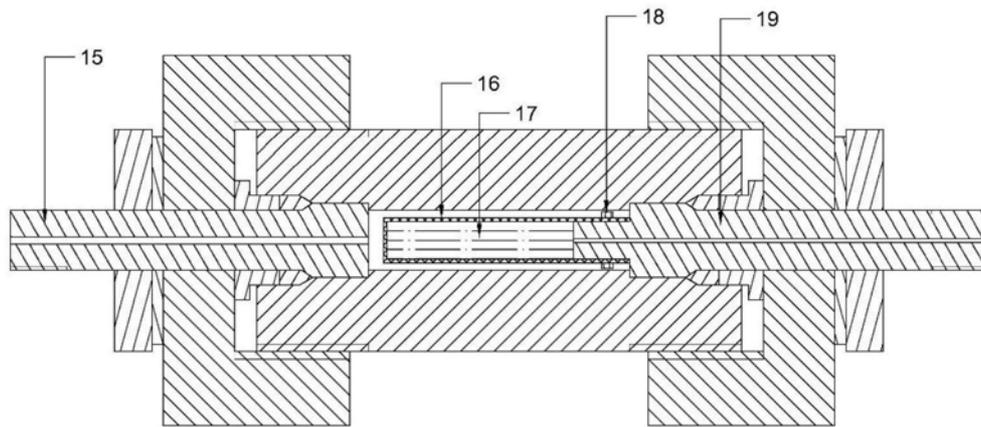


图2