



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105606703 A

(43) 申请公布日 2016. 05. 25

(21) 申请号 201610060001. 4

(22) 申请日 2016. 01. 28

(71) 申请人 中国石油大学(华东)

地址 266580 山东省青岛市经济技术开发区
长江西路 66 号

(72) 发明人 孙建孟 刘海涛 谷铭 陈德稳
熊铸

(74) 专利代理机构 北京方圆嘉禾知识产权代理
有限公司 11385

代理人 董芙蓉

(51) Int. Cl.

G01N 29/032(2006. 01)

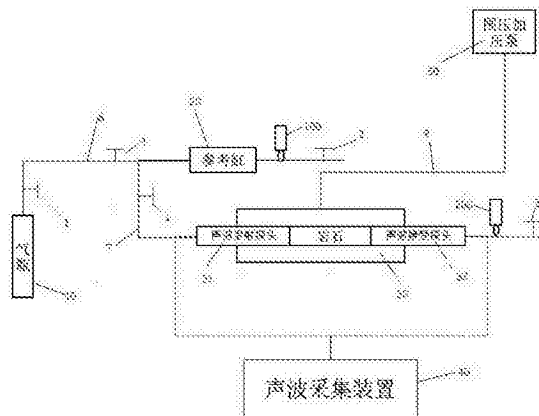
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 发明名称

页岩吸附气和游离气的计算方法及其测量装置

(57) 摘要

本发明涉及一种油气检测装置及其计算方法,具体为页岩吸附气和游离气的计算方法及其测量装置;对泥页岩柱塞样进行覆压孔渗测量,并得到泥页岩孔隙体积随覆压变化的计算模型;对泥页岩样品进行等温吸附-声波联测实验得到声波幅度随含气压力变化的规律;根据随自由气变化造成的声波衰减规律求出孔隙中的自由气体积与声衰减之间的转换关系。由含气量与声衰减之间的关系与吸附气造成的声衰减L2,求得甲烷的吸附气体积。该方法保证样品孔隙结构的完整性,使岩石处于覆压状态,更符合岩石在地层的实际情况;应用页岩对甲烷、二氧化碳这类可吸附性气体的吸附作用造成中声波衰减测试规律,从而确定页岩中游离气、吸附气的含量以及其比例关系。



1. 页岩吸附气和游离气的计算方法,其特征在于,包括以下步骤:

(1)将泥页岩制成一英寸泥页岩柱塞样,烘干;

(2)对泥页岩柱塞样进行覆压孔渗测量,并得到泥页岩孔隙体积 V_{por} 随覆压变化的计算模型;

(3)将泥页岩柱塞样放入测量装置中,通过控制加压泵调控泥页岩柱塞样的覆压状态,使泥页岩柱塞样处于三轴覆压状态;

(4)对泥页岩柱塞样进行等温吸附-声波联测实验,在岩石真空条件及各等温吸附平衡点测试岩石的声波幅度 A_i 得到声波幅度衰减系数 I 随含气压力 P 变化的规律附;

(5)根据自由气体声波衰减模型原理,应用衰减幅度得到岩石中自由气的计算方法:

$$V_{free} = a \times L1$$

(6)根据吸附气造成的声波衰减幅度,求得甲烷的吸附气体积 V_{abs} ;

$$V_{abs} = L2 \times b$$

式中: B 为吸附气与声波衰减系数的转换系数。

2. 根据权利要求1所述的页岩吸附气和游离气的计算方法,其特征在于,步骤(5)所述的 $L1$ 的求取步骤:

(1) K 的求取方法是应用数据的后2-3个点,且 $>10\text{MPa}$ 的点拟合线作为实验数据曲线的切线的斜率作为 K 值;

(2)结合等温吸附-声波联测实验声波衰减变化图版在以 K 为斜边的直角三角形中 $L1$ 为自由气造成的声波衰减幅值。

3. 根据权利要求1所述的页岩吸附气和游离气的计算方法,其特征在于,步骤(3)所述的测量装置为,等温吸附-声波联测装置,包括气瓶(10)、参考缸(20)、等温吸附-声波联测夹持器(30)及声波采集装置(40);等温吸附-声波联测夹持器(30)上安装有声波发射探头(31)与声波接收探头(32);泥页岩柱塞样放置在声波发射探头(31)与声波接收探头(32)之间;

气瓶(10)通过第一路管线(6)连接参考缸(20),阀门(1)为气瓶(10)开关,在第一路管线(6)上设有压力调节阀(3);参考缸(20)末端设有参考缸压力传感器(100)及参考缸气体放空阀门(2);等温吸附-声波联测夹持器(30)通过第二路管线(7)与参考缸(20)相连通,在第二路管线(7)上设有控制阀门(4);声波发射探头(31)与声波接收探头(32)分别与第二路管线(7)和探头压力传感器(200)相连,并在声波接收探头(32)末端设有探头气体放空阀门(5);围压加压泵(50)通过第三路管线(8)与等温吸附-声波联测夹持器(30)相连,提供覆压条件;声波发射探头(31)与声波接收探头(32)分别通过数据线路与声波采集装置(40)连通。

页岩吸附气和游离气的计算方法及其测量装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种油气检测装置及其计算方法,具体为页岩吸附气和游离气的计算方法及其测量装置。

背景技术

[0002] 为满足国内不断增长的油气资源需求,在常规油气资源非常规油气的开发备受关注,其中页岩气的勘探开发在我国正逐年增加,然而在页岩含气量评价中,对游离气的专项研究还比较少,这些制约了页岩含气量的精确评价。研究页岩中游离气含量的计算方法,对精确评价页岩含气量,确定游离气含量与吸附气含量比例具有重要意义。而在地震勘探与测井勘探中,声波探测技术在含气量性地层的都是一种重要方法。。

[0003] 目前实验室对页岩含气量的研究主要进行等温吸附实验确定,但是现有的等温吸附实验存在以下几点问题:

[0004] (1)页岩的吸附气量。但由于通常等温吸附实验使用的是60目以下的粉碎样品,样品状态与地层环境不符,孔隙结构完整性遭到破坏。

[0005] (2)地层中岩石为覆压状态,而不是松散状态。

发明内容

[0006] 针对上述技术问题,本发明提供了一种应用声波信息表征页岩中游离气、吸附气的计算方法,以及基于等温吸附与声波联测的实验装置。

[0007] 为实现上述目的,本发明的目的按如下技术方案实现:

[0008] 页岩吸附气和游离气的计算方法,包括以下步骤:

[0009] (1)将泥页岩制成一英寸泥页岩柱塞样,烘干;

[0010] (2)对泥页岩柱塞样进行覆压孔渗测量,并得到泥页岩孔隙体积 V_{por} 随覆压变化的计算模型;

[0011] (3)将泥页岩柱塞样放入测量装置中,通过控制加压泵调控泥页岩柱塞样的覆压状态,使泥页岩柱塞样处于三轴覆压状态;

[0012] (4)对泥页岩柱塞样进行等温吸附-声波联测实验,在岩石真空条件及各等温吸附平衡点测试岩石的声波幅度 A_i 得到声波幅度衰减系数 I 随含气压力 P 变化的规律附;

[0013] (5)根据自由气体声波衰减模型原理,应用衰减幅度得到岩石中自由气的计算方法:

[0014] $V_{free} = a \times L1$

[0015] (6)根据吸附气造成的声波衰减幅度,求得甲烷的吸附气体积 V_{abs} ;

[0016] $V_{abs} = L2 \times b$

[0017] 式中: B 为吸附气与声波衰减系数的转换系数。

[0018] 其中,步骤(5)所述的 $L1$ 的求取步骤:

[0019] (1) K 的求取方方法是应用数据的后2-3个点(>10MPa)的拟合线作为实验数据曲线

的切线的斜率作为K值。

[0020] (2)结合等温吸附-声波联测实验声波衰减变化图版在以K为斜边的直角三角形中L1为自由气造成的声波衰减幅值。

[0021] 步骤(3)所述的测量装置为,等温吸附-声波联测装置,包括气瓶、参考缸、等温吸附-声波联测夹持器及声波采集装置;等温吸附-声波联测夹持器上安装有声波发射探头与声波接收探头;泥页岩柱塞样放置在声波发射探头与声波接收探头之间;

[0022] 气瓶通过第一路管线连接参考缸,阀门为气瓶开关,在第一路管线上设有压力调节阀;参考缸末端设有参考缸压力传感器及参考缸气体放空阀门;等温吸附-声波联测夹持器通过第二路管线与参考缸相连通,在第二路管线上设有控制阀门声波发射探头与声波接收探头分别与第二路管线和探头压力传感器相连,并在声波接收探头末端设有探头气体放空阀门;围压加压泵通过第三路管线与等温吸附-声波联测夹持器相连,提供覆压条件;声波发射探头与声波接收探头分别通过数据线路与声波采集装置连通。

[0023] 气瓶中为甲烷、二氧化碳等可吸附性气体。

[0024] 本发明提供的页岩吸附气和游离气的计算方法及其测量装置,取完整的柱塞样品,保证孔隙结构的完整性,同时通过加压系统使岩石处于覆压状态,更符合岩石在地层的实际情况;通过不吸附气体声波测试观察到声波衰减系数随孔隙压力的增加线性增加,证明岩石孔隙中气体含量的增加会造成声波衰减系数的线性增大。应用页岩对甲烷、二氧化碳这类可吸附性气体的吸附作用造成中声波衰减测试规律,从而确定页岩中游离气、吸附气的含量以及其比例关系。

附图说明

[0025] 图1为本发明的测量装置的结构示意图。

[0026] 图2为本发明的等温吸附-声波联测实验声波衰减变化图版。

具体实施方式

[0027] 结合附图说明本发明的具体实施方式。

[0028] 本实施例为,应用声法测量确定等温吸附实验中甲烷含量的方法。

[0029] 如图1所示,测量装置为等温吸附-声波联测装置,包括气瓶10、参考缸20、等温吸附-声波联测夹持器30及声波采集装置40;等温吸附-声波联测夹持器30上安装有声波发射探头31与声波接收探头32;泥页岩柱塞样放置在声波发射探头31与声波接收探头32之间;

[0030] 气瓶10通过第一路管线6连接参考缸20,阀门1为气瓶10开关,在第一路管线6上设有压力调节阀3;参考缸20末端设有参考缸压力传感器100及参考缸气体放空阀门2;等温吸附-声波联测夹持器30通过第二路管线7与参考缸20相连通,在第二路管线7上设有控制阀门4;声波发射探头31与声波接收探头32分别与第二路管线7和探头压力传感器200相连,并在声波接收探头32末端设有探头气体放空阀门5;围压加压泵50通过第三路管线8与等温吸附-声波联测夹持器30相连,提供覆压条件;声波发射探头31与声波接收探头32分别通过数据线路与声波采集装置40连通。

[0031] 测试和计算方法流程如下:

[0032] ①将页岩样品分别制备成长3-5cm,直径2.54cm的柱塞样品;

[0033] ②利用覆压孔隙度测量装置对柱塞样岩石测量不同覆压下岩石的孔隙体积变化规律;

[0034] $V_{por}=V_0(P)$

[0035] ③将样品装入等温吸附-声波联测装置夹持器30中,添加预定覆压 $P_{覆压}$,沉入油浴池中,调节温度到预设温度 T ;

[0036] ④温度恒定后,关闭压力调节阀3,打开探头气体放空阀门5,及控制阀门4,对系统进行抽真空1h,完成后关闭控制阀门4,探头气体放空阀门5,覆压维持压力1小时以上,测试岩石真空状态的声波幅度, A_0 ;

[0037] ⑤按照等温吸附实验流程,进行等温吸附实验在各平衡压力点 P_i 最终平衡压力不小于10MPa记录声波幅度 A_i ;数据带入声波衰减与孔隙压力图版,得到孔隙压力与声波衰减关系,求取声波衰减系数;

[0038]
$$I = \frac{A_i}{A_0}$$

[0039] 式中: I :声幅衰减系数;

[0040] A_i :各孔隙压力下声波首波幅度mV;

[0041] A_0 :0MPa孔隙压下声波首波幅度mV

[0042] ⑥以曲线末端切线,得到斜率为 K 的斜线, K 的求取方法是应用测试数据中最后2-3个点的拟合线作为实验数据曲线的切线的斜率作为 K 值,结合图2在以 K 为斜边的直角三角形中 $L1$ 为自由气造成的声波衰减幅值。

[0043]
$$V_{free} = \frac{PV_{por}}{RT} \times 22.4 \times 1000$$

[0044] $L1 = K \times P$

[0045] 联立方程上面两式可得:

[0046]
$$a = \frac{V_{free}}{L1}$$

[0047] 式中: R 为热力学系数8.315;

[0048] T 为热力学温度, K ;

[0049] a 为自由气量与声波衰减系数的转换系数;

[0050] ⑦图2中(0,1)点到切线与 Y 轴交点的距离为 $L2$ 为吸附气造成的声波衰减幅度。

[0051] $b = V_{abs体积法} / L2$

[0052] $V_{abs} = L2 / b$

[0053] 式中:系数 B 的首次确定需要与体积法相印证, $V_{abs体积}$ 为联测过程中应用体积法获得的页岩吸附量。

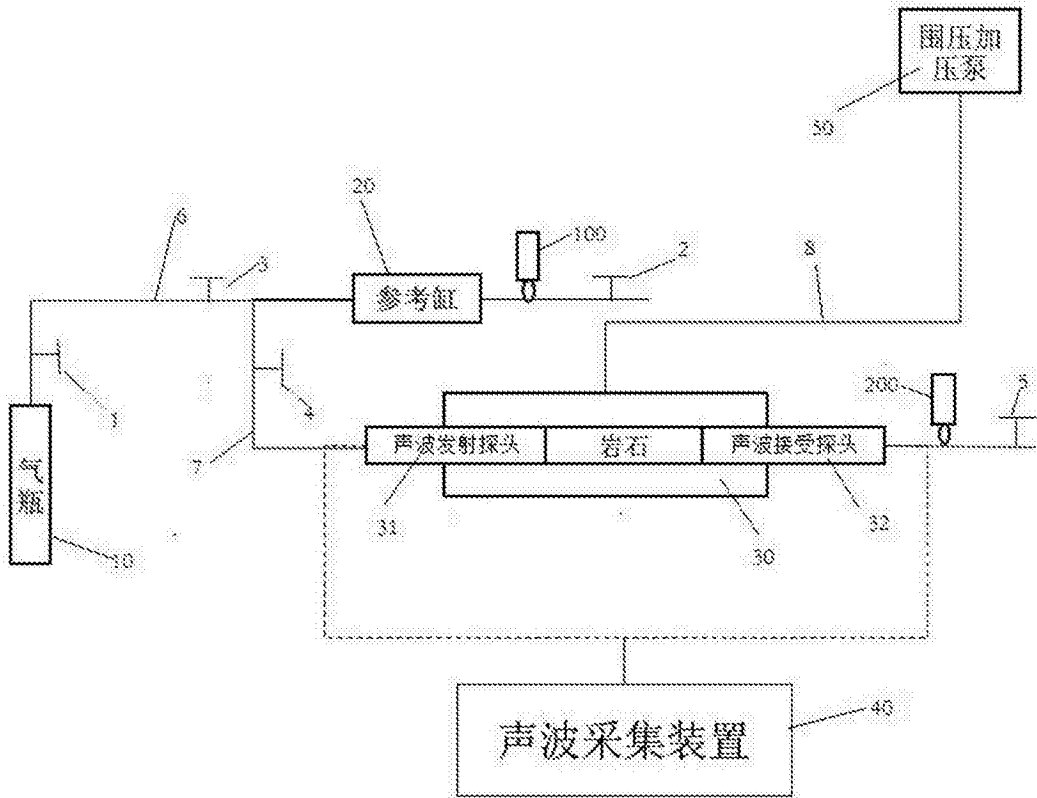


图1

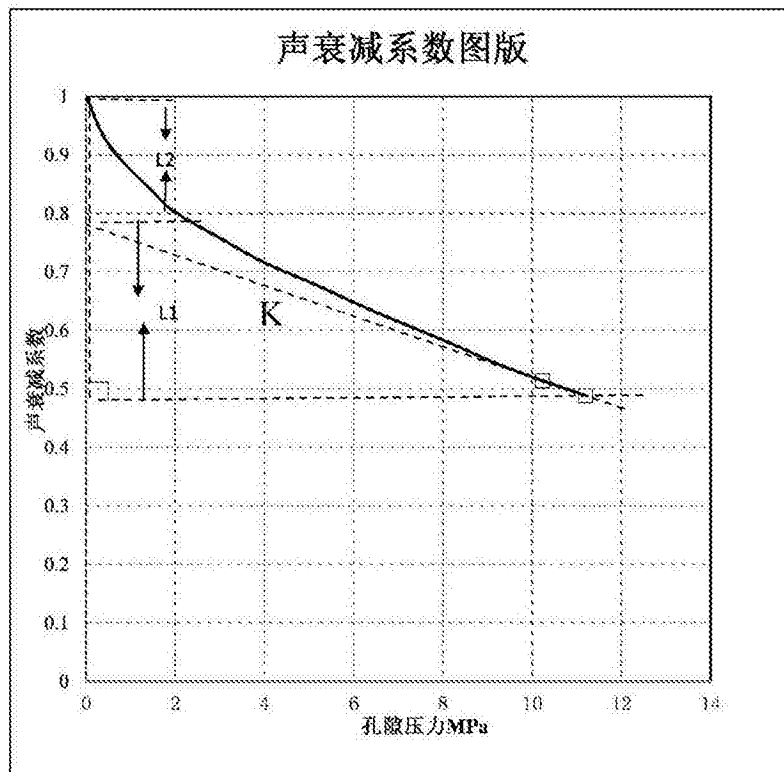


图2