



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108507919 B

(45)授权公告日 2020.06.12

(21)申请号 201710101376.5

(22)申请日 2017.02.23

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108507919 A

(43)申请公布日 2018.09.07

(73)专利权人 中国石油化工股份有限公司
地址 100728 北京市朝阳区朝阳门北大街
22号
专利权人 中国石油化工股份有限公司石油
勘探开发研究院

(72)发明人 尚根华 张红方 郎东江

(74)专利代理机构 北京聿宏知识产权代理有限
公司 11372
代理人 吴大建

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

(56)对比文件
CN 105758582 A,2016.07.13,
CN 105738252 A,2016.07.06,

CN 104237098 A,2014.12.24,
CN 103556993 A,2014.02.05,
CN 106321076 A,2017.01.11,
CN 104316449 A,2015.01.28,
CN 104405377 A,2015.03.11,
CN 106124381 A,2016.11.16,
RU 2163993 C2,2001.03.10,
赵益忠等.启动压力梯度对低渗透油藏微观
渗流及开发动态的影响.《油气地质与采收率》
.2013,第20卷(第1期),
E.B. Petersen Jr et al..DETERMINATION
OF CRITICAL GAS SATURATION AND RELATIVE
PERMEABILITIES RELEVANT TO THE
DEPRESSURISATION OF THE STATFJORD FIELD.
《International Symposium of the Society
of Core Analysts》.2004,
赵琳等.表面活性剂对特低渗岩心启动压力
梯度的影响.《大庆石油地质与开发》.2016,第35
卷(第1期),

审查员 詹雪

权利要求书2页 说明书6页 附图4页

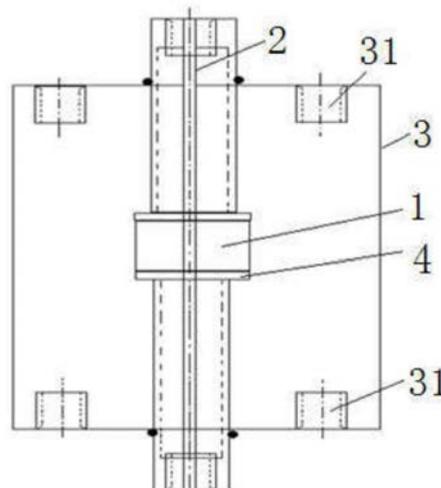
(54)发明名称

一种径向流流动模式下页岩全直径岩心启动压力测试方法

(57)摘要

本发明公开了一种径向流流动模式下页岩全直径岩心启动压力测试方法,其特征在于,包括以下步骤:1)选取页岩全直径岩心;2)在页岩全直径岩心的中心穿设有设置射孔的注水管线;3)将页岩全直径岩心和注水管线放置在岩心夹持器中组成径向流实验用装置,在岩心夹持器的侧壁上设置有开口,计算页岩全直径岩心的孔隙体积;4)利用模拟油驱替页岩全直径岩心内的模拟地层水至束缚水饱和度,获得页岩全直径岩心在束缚水饱和度下的启动压力;5)同时向页岩全直径岩心内注入模拟油和模拟地层水,获得页岩全直径岩心在某一含水饱和度下的启动压力;6)向页岩全直径岩心内注入模拟地层水,获得页岩

全直径岩心在残余油饱和度下的启动压力。



CN 108507919 B

1. 一种径向流流动模式下页岩全直径岩心启动压力测试方法,其特征在于,包括以下步骤:

1) 选取实验测试的页岩全直径岩心;

2) 在页岩全直径岩心的中心穿设有用于模拟注水井井筒的注水管线,在注水管线的管壁上间隔设置有多个射孔;

3) 将页岩全直径岩心和注水管线放置在岩心夹持器中组成径向流实验用装置,在岩心夹持器的侧壁上设置有开口,对径向流实验用装置排气后进行抽真空处理,接着使页岩全直径岩心内饱和模拟地层水,记录页岩全直径岩心的干重和饱和模拟地层水后的湿重,并计算页岩全直径岩心的孔隙体积;

4) 利用模拟油驱替页岩全直径岩心内的模拟地层水至束缚水饱和度,继续注入模拟油,记录模拟油的不同注入速度以及对应的流动压力,并获得页岩全直径岩心在束缚水饱和度下的启动压力;

5) 同时向页岩全直径岩心内注入模拟油和模拟地层水,得到页岩全直径岩心的某一含水饱和度,继续注入模拟油和模拟地层水,记录模拟油和模拟地层水的不同注入速度以及对应的流动压力,并获得页岩全直径岩心在某一含水饱和度下的启动压力;

6) 向页岩全直径岩心内注入模拟地层水,得到页岩全直径岩心的残余油饱和度,继续注入模拟地层水,记录模拟地层水的不同注入速度以及对应的流动压力,并获得页岩全直径岩心在残余油饱和度下的启动压力。

2. 根据权利要求1所述的一种径向流流动模式下页岩全直径岩心启动压力测试方法,其特征在于,在所述步骤3)中,计算页岩全直径岩心的孔隙体积所依据的公式为:

$$PV = \frac{G_2 - G_1}{\rho_w} \quad (1)$$

式中,PV为页岩全直径岩心的孔隙体积, G_2 为页岩全直径岩心饱和模拟地层水后的湿重, G_1 为页岩全直径岩心的干重, ρ_w 为模拟地层水的密度。

3. 根据权利要求2所述的一种径向流流动模式下页岩全直径岩心启动压力测试方法,其特征在于,在所述步骤4)中,计算页岩全直径岩心的束缚水饱和度所依据的公式:

$$S_{cw} = \frac{PV - V_w}{PV} \quad (2)$$

式中, S_{cw} 为页岩全直径岩心在束缚水状态下的饱和度, V_w 为页岩全直径岩心由饱和模拟地层水过渡到束缚水状态时流出的模拟地层水的体积。

4. 根据权利要求3所述的一种径向流流动模式下页岩全直径岩心启动压力测试方法,其特征在于,在所述步骤5)中,计算页岩全直径岩心的某一含水饱和度所依据的公式:

$$S_w = S_{cw} + \frac{V_o}{PV} \quad (3)$$

式中, S_w 为页岩全直径岩心的某一含水饱和度, V_o 为页岩全直径岩心由束缚水状态下过渡到某一含水饱和度时流出模拟油的体积。

5. 根据权利要求4所述的一种径向流流动模式下页岩全直径岩心启动压力测试方法,其特征在于,在所述步骤6)中,计算页岩全直径岩心的残余油饱和度所依据的公式:

$$S_{or} = 1 - S_w \quad (4)$$

式中, S_{or} 为页岩全直径岩心的残余油饱和度。

6. 根据权利要求1所述的一种径向流流动模式下页岩全直径岩心启动压力测试方法, 其特征在于, 在所述页岩全直径岩心的中心利用氮气钻设有贯穿页岩全直径岩心两端的通孔, 所述通孔的直径为2.9~3毫米; 所述页岩全直径岩心经过高温和高压的洗油、洗盐, 并利用液氮冷却; 所述页岩全直径岩心的两端分别设置成平面; 所述页岩全直径岩心的直径为60~100毫米。

7. 根据权利要求1所述的一种径向流流动模式下页岩全直径岩心启动压力测试方法, 其特征在于, 各所述射孔沿所述注水管线呈螺旋布置, 各所述射孔圆心的连线与所述注水管线铅垂线的夹角为15~20°; 相邻两所述射孔圆心之间的距离为4~5毫米; 每一所述射孔的直径为1~1.2毫米。

8. 根据权利要求1所述的一种径向流流动模式下页岩全直径岩心启动压力测试方法, 其特征在于, 在所述步骤3) 中, 页岩全直径岩心的两端分别通过胶皮套筒密封; 注水管线与页岩全直径岩心之间通过涨紧密封螺栓圈紧固连接; 径向流实验用装置抽真空处理的时间为48小时以上, 采用氮气或空气对径向流实验用装置进行试漏和试通; 开口为多个时, 多个开口分别间隔对称布置在页岩全直径岩心的顶部和底部侧壁上。

9. 根据权利要求1所述的一种径向流流动模式下页岩全直径岩心启动压力测试方法, 其特征在于, 根据所述页岩全直径岩心在束缚水饱和度、某一含水饱和度和残余油饱和度下的启动压力计算相应的启动压力梯度值。

10. 根据权利要求1所述的一种径向流流动模式下页岩全直径岩心启动压力测试方法, 其特征在于, 所述径向流实验用装置测试线性流流动模式下的启动压力时, 将所述注水管线的两端均封死, 通过所述岩心夹持器的开口注入模拟地层水, 所述模拟地层水流经所述注水管线的各所述射孔后沿所述页岩全直径岩心的中心轴向流动, 同时记录所述模拟地层水的不同注入速度以及对应的流动压力, 并拟合得到所述页岩全直径岩心在所述模拟地层水注入流速为零时的启动压力。

一种径向流流动模式下页岩全直径岩心启动压力测试方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种径向流流动模式下页岩全直径岩心启动压力测试方法,属于页岩油气资源开发领域。

背景技术

[0002] 现有技术中,页岩油藏通常采用“长水平段分段压裂”开采工艺技术,由于分段压裂水平井中径向流的流动模式占据80%以上,球面流占据15%左右,而且只有在十分理想的情况下才符合线性流,因此,现有的基于线性流测试启动压力的方法需要改进。

[0003] 储层岩心启动压力测试方法可分为两大类:第一类是直接方法,主要是包括内渗流实验方法、半渗透隔板法、压汞法和离心法组成的流动实验方法等。流动实验方法是将岩心两端接入到岩心夹持器中,利用柱塞泵注入液体介质,记录液体流动的压力和流量,通过处理流量和压力关系,得到流量为零时的压力,同时将这个压力定义为启动压力。由于该测试方法简单易懂,因此是启动压力最基本的测试方法。但是,现有的岩心流动实验方法容易造成测试结果数值偏高,而且流动模式不符合油田实际。随着技术的进步,又发展了X-CT方法(X射线)和核磁共振(NMR)方法等。第二类方法是间接方法,主要包括油田生产数据的模拟方法、试井分析方法和数字岩心方法等。基于生产数据模拟方法类似于数值模拟方法,是将油藏生产过程视做一个黑箱,注入和产出作为输入和输出参数,并将启动压力作为不变化的量,能够基于物质平衡方法,调整启动压力数据,直到单井的生产历史拟合达到要求后,输出启动压力。数字岩心方法是将岩心视作不同大小孔喉半径组成的数字岩心(基础来自无损检测结果),可以利用格子气、随机网络等模型,计算模型的启动压力。虽然该方法具有速度快、投入少的优点,但是其缺点是前期测试要求高,不易推广,且可信度差。虽然,试井分析方法与生产结合紧密,但是,其缺点是需要事先建立多种理论模型,特别是边界条件过于理想。试井分析方法的测试过程不但影响油田生产,而且测试费用高,计算困难,不易推广。同时,由于试井分析方法的测试结果受边界影响大,压力曲线在不渗透边界(断层或尖灭)附近出现上翘,因此,导致很难区分。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种能够防止启动压力测试结果偏高的径向流流动模式下页岩全直径岩心启动压力测试方法。

[0005] 为实现上述目的,本发明采取以下技术方案:一种径向流流动模式下页岩全直径岩心启动压力测试方法,其特征在于,包括以下步骤:1)选取实验测试的页岩全直径岩心;2)在页岩全直径岩心的中心穿设有用于模拟注水井井筒的注水管线,在注水管线的管壁上间隔设置有多射孔;3)将页岩全直径岩心和注水管线放置在岩心夹持器中组成径向流实验用装置,在岩心夹持器的侧壁上设置有开口,对径向流实验用装置排气后进行抽真空处理,接着使页岩全直径岩心内饱和模拟地层水,记录页岩全直径岩心的干重和饱和模拟地层水后的湿重,并计算页岩全直径岩心的孔隙体积;4)利用模拟油驱替页岩全直径岩心内

的模拟地层水至束缚水饱和度,继续注入模拟油,记录模拟油的不同注入速度以及对应的流动压力,并获得页岩全直径岩心在束缚水饱和度下的启动压力;5)同时向页岩全直径岩心内注入模拟油和模拟地层水,得到页岩全直径岩心的某一含水饱和度,继续注入模拟油和模拟地层水,记录模拟油和模拟地层水的不同注入速度以及对应的流动压力,并获得页岩全直径岩心在某一含水饱和度下的启动压力;6)向页岩全直径岩心内注入模拟地层水,得到页岩全直径岩心的残余油饱和度,继续注入模拟地层水,记录模拟地层水的不同注入速度以及对应的流动压力,并获得页岩全直径岩心在残余油饱和度下的启动压力。

[0006] 在所述步骤3)中,计算页岩全直径岩心的孔隙体积所依据的公式为:

$$[0007] \quad PV = \frac{G_2 - G_1}{\rho_w} \quad (1)$$

[0008] 式中,PV为页岩全直径岩心1的孔隙体积, G_2 为页岩全直径岩心1饱和模拟地层水后的湿重, G_1 为页岩全直径岩心1的干重, ρ_w 为模拟地层水的密度。

[0009] 在所述步骤4)中,计算页岩全直径岩心1的束缚水饱和度所依据的公式:

$$[0010] \quad S_{cw} = \frac{PV - V_w}{PV} \quad (2)$$

[0011] 式中, S_{cw} 为页岩全直径岩心在束缚水状态下的饱和度, V_w 为页岩全直径岩心由饱和和模拟地层水过渡到束缚水状态时流出的模拟地层水的体积。

[0012] 在所述步骤5)中,计算页岩全直径岩心的某一含水饱和度所依据的公式:

$$[0013] \quad S_w = S_{cw} + \frac{V_o}{PV} \quad (3)$$

[0014] 式中, S_w 为页岩全直径岩心的某一含水饱和度, V_o 为页岩全直径岩心由束缚水状态下过渡到某一含水饱和度时流出模拟油的体积。

[0015] 在所述步骤6)中,计算页岩全直径岩心1的残余油饱和度所依据的公式:

$$[0016] \quad S_{or} = 1 - S_w \quad (4)$$

[0017] 式中, S_{or} 为页岩全直径岩心的残余油饱和度。

[0018] 在所述页岩全直径岩心的中心利用氮气钻设有贯穿页岩全直径岩心两端的通孔,所述通孔的直径为2.9~3毫米;所述页岩全直径岩心经过高温和高压的洗油、洗盐,并利用液氮冷却;所述页岩全直径岩心的两端分别设置成平面;所述页岩全直径岩心的直径为60~100毫米。

[0019] 各所述射孔沿所述注水管线呈螺旋布置,各所述射孔圆心的连线与所述注水管线铅垂线的夹角为15~20°;相邻两所述射孔圆心之间的距离为4~5毫米;每一所述射孔的直径为1~1.2毫米。

[0020] 在所述步骤3)中,页岩全直径岩心的两端分别通过胶皮套筒密封;注水管线与页岩全直径岩心之间通过涨紧密封螺栓圈紧固连接;径向流实验用装置抽真空处理的时间为48小时以上,采用氮气或空气对径向流实验用装置进行试漏和试通;开口为多个时,多个开口分别间隔对称布置在页岩全直径岩心的顶部和底部侧壁上。

[0021] 根据所述页岩全直径岩心在束缚水饱和度、某一含水饱和度和残余油饱和度下的启动压力计算相应的启动压力梯度值。

[0022] 所述径向流实验用装置测试线性流流动模式下的启动压力时,将所述注水管线的两端均封死,通过所述岩心夹持器的开口注入模拟地层水,所述模拟地层水流经所述注水

管线的各所述射孔后沿所述页岩全直径岩心的中心轴向流动,同时记录所述模拟地层水的不同注入速度以及对应的流动压力,并拟合得到所述页岩全直径岩心在所述模拟地层水注入流速为零时的启动压力。

[0023] 本发明带来了以下有益效果:1、本发明设置了径向流实验用装置,可以测量页岩全直径岩心在束缚水饱和度、某一含水饱和度和残余油饱和度下的启动压力,本发明启动压力测试结果准确性好,流动模式可以广泛地应用于实际油田启动压力的测试。2、本发明径向流实验用装置包括页岩全直径岩心和用于模拟注水井井筒的注水管线,本发明结构简单,使用方便。3、本发明为径向流实验用装置测试装置,但也可以用于线性流流动模式下的启动压力测试,本发明通用性好。4、本发明注水管线的管壁上螺旋间隔设置有多射孔,更加符合油田生产实际,同时提高了本发明在束缚水饱和度、某一含水饱和度和残余油饱和度下启动压力测试的准确性。5、本发明径向流实验用装置中页岩全直径岩心的两端分别通过胶皮套筒密封,注水管线与页岩全直径岩心之间通过涨紧密封螺栓圈紧固连接,提高了径向流实验用装置的密封效果,进一步提高了本发明在束缚水饱和度、某一含水饱和度和残余油饱和度下启动压力测试的准确性。6、本发明在岩心夹持器的侧壁上设置有开口,多个开口分别间隔对称布置在页岩全直径岩心的顶部和底部侧壁上,能够提高本发明使用效率。

[0024] 本发明的其它特征和优点将在随后的说明书中阐述,并且,部分的从说明书中变得显而易见,或者通过实施本发明而了解。本发明的目的和其他优点可通过在说明书、权利要求书以及附图中所特别指出的结构来实现和获得。

附图说明

[0025] 为了更清楚的说明本发明实施例中的技术方案,下面将对实施例描述中所需要的附图做简单的介绍:

[0026] 图1是本发明页岩全直径岩心连接注水管线的结构示意图;

[0027] 图2是图1的俯视示意图;

[0028] 图3是本发明注水管线的主视图;

[0029] 图4是图3展开的结构示意图;

[0030] 图5是本发明径向流实验用装置的结构示意图;

[0031] 图6是本发明应用于松辽盆地某区块页岩岩心启动压力测试结果的结构示意图;

[0032] 图7是本发明应用于泌阳凹陷某区块页岩岩心启动压力测试结果的结构示意图。

具体实施方式

[0033] 以下将结合附图及实施例来详细说明本发明的实施方式,借此对本发明如何应用技术手段来解决技术问题,并达成技术效果的实现过程能充分理解并据以实施。需要说明的是,只要不构成冲突,本发明中的各个实施例以及各实施例中的各个特征可以相互结合,所形成的技术方案均在本发明的保护范围之内。

[0034] 本发明的径向流流动模式下页岩全直径岩心启动压力测试方法,包括以下步骤:

[0035] 1) 选取实验测试的页岩全直径岩心1,在页岩全直径岩心1的中心设置有贯穿页岩全直径岩心1两端的通孔,通孔利用氮气钻设而成。

[0036] 页岩全直径岩心1经过高温和高压的洗油、洗盐,并利用液氮冷却。页岩全直径岩心1的两端分别设置成平面(如图1、图2所示)。

[0037] 2) 在页岩全直径岩心1的通孔内穿设有用于模拟注水井井筒的注水管线2,注水管线2的两端均设置有进液口21(如图1、图2所示),在注水管线2的管壁上沿轴向间隔设置有呈螺旋布置的多个射孔22(如图3、图4所示)。

[0038] 3) 将页岩全直径岩心1和注水管线2放置在岩心夹持器3中,在岩心夹持器3的侧壁上设置有开口31,同时页岩全直径岩心1的两端保持密封,注水管线2的两端分别伸出岩心夹持器3的顶部和底部组成径向流实验用装置(如图5所示),对径向流实验用装置排气后进行抽真空处理,接着采用注水泵使页岩全直径岩心1内饱和模拟地层水(单相水),记录页岩全直径岩心1的干重和饱和模拟地层水后的湿重,并计算页岩全直径岩心1的孔隙体积。

[0039] 在步骤3)中,计算页岩全直径岩心1的孔隙体积所依据的公式为:

$$[0040] \quad PV = \frac{G_2 - G_1}{\rho_w} \quad (1)$$

[0041] 式中,PV为页岩全直径岩心1的孔隙体积, G_2 为页岩全直径岩心1饱和模拟地层水后的湿重, G_1 为页岩全直径岩心1的干重, ρ_w 为模拟地层水的密度。

[0042] 在步骤3)中,采用氮气或空气对径向流实验用装置进行试漏和试通。

[0043] 4) 利用注油泵注入模拟油驱替页岩全直径岩心1内的模拟地层水至束缚水(单向油)饱和度,继续注入模拟油,并记录模拟油的不同注入速度以及对应的流动压力,拟合得到页岩全直径岩心1在束缚水饱和度下的启动压力。

[0044] 在步骤4)中,可以向注水管线2内注入模拟油,驱使页岩全直径岩心1内的地层水沿岩心夹持器3的开口31流出。也可以通过开口31向岩心夹持器3内注入模拟油,驱使页岩全直径岩心1内的地层水沿注水管线2的两端流出。

[0045] 在步骤4)中,计算页岩全直径岩心1的束缚水饱和度所依据的公式:

$$[0046] \quad S_{cw} = \frac{PV - V_w}{PV} \quad (2)$$

[0047] 式中, S_{cw} 为页岩全直径岩心1在束缚水状态下的饱和度, V_w 为页岩全直径岩心1由饱和模拟地层水过渡到束缚水状态时流出地层水的体积。

[0048] 将模拟油的不同注入速度以及对应的流动压力数据绘制成流动压力与注入速度曲线(流动压力为横轴,注入速度为纵轴),沿流动压力与注入速度曲线的上部段曲线做切线,切线与流动压力的交点即为页岩全直径岩心1在束缚水饱和度下的启动压力,此时模拟油的注入速度为零。

[0049] 5) 同时利用注油泵和注水泵向页岩全直径岩心1内注入模拟油和模拟地层水,得到页岩全直径岩心1的某一含水饱和度,继续注入模拟油和模拟地层水,并记录模拟油和模拟地层水的不同注入速度以及对应的流动压力,拟合得到页岩全直径岩心1在某一含水饱和度下的启动压力。

[0050] 在步骤5)中,计算页岩全直径岩心1的某一含水饱和度所依据的公式:

$$[0051] \quad S_w = S_{cw} + \frac{V_o}{PV} \quad (3)$$

[0052] 式中, S_w 为页岩全直径岩心1的某一含水饱和度, V_o 为页岩全直径岩心1由束缚水状态下过渡到某一含水饱和度时流出模拟油的体积。

[0053] 将模拟油和模拟地层水的不同注入速度以及对应的流动压力数据绘制成流动压力与注入速度曲线(流动压力为横轴,注入速度为纵轴),沿流动压力与注入速度曲线的上部段曲线做切线,切线与流动压力的交点即为页岩全直径岩心1在含水饱和度下的启动压力,此时模拟油和模拟地层水的注入速度为零。

[0054] 6) 利用注水泵向页岩全直径岩心1内注入模拟地层水,得到页岩全直径岩心1的残余油饱和度,继续注入模拟地层水,并记录模拟地层水的不同注入速度以及对应的流动压力,拟合得到页岩全直径岩心1在残余油饱和度下的启动压力。

[0055] 在步骤6)中,计算页岩全直径岩心1的残余油饱和度所依据的公式:

$$[0056] \quad S_{or} = 1 - S_w \quad (4)$$

[0057] 式中, S_{or} 为页岩全直径岩心1的残余油饱和度。

[0058] 将模拟地层水的不同注入速度以及对应的流动压力数据绘制成流动压力与注入速度曲线(流动压力为横轴,注入速度为纵轴),沿流动压力与注入速度曲线的上部段曲线做切线,切线与流动压力的交点即为页岩全直径岩心1在残余油饱和度下的启动压力,此时模拟地层水的注入速度为零。

[0059] 上述实施例中,在步骤1)中,页岩全直径岩心1的直径为60~100毫米。通孔的直径为2.9~3毫米。在一个优选的实施例中,通孔的直径为3毫米。

[0060] 上述实施例中,在步骤2)中,如图4所示,各射孔22圆心的连线与注水管线2铅垂线的夹角为15~20°。在一个优选的实施例中,各射孔22圆心的连线与铅垂线的夹角为20°。相邻两射孔22圆心之间的距离为4~5毫米。在一个优选的实施例中,相邻两射孔22圆心之间的距离为5毫米。每一射孔22的直径为1~1.2毫米。在一个优选的实施例中,每一射孔22的直径均为1毫米。

[0061] 上述实施例中,在步骤3)中,页岩全直径岩心1的两端分别通过胶皮套筒4密封。注水管线2与页岩全直径岩心1之间通过涨紧密封螺栓圈紧固连接,提高了径向流实验用装置的密封效果。径向流实验用装置抽真空处理的时间为48小时以上。

[0062] 上述实施例中,可以根据页岩全直径岩心1在束缚水饱和度、某一含水饱和度和残余油饱和度下的启动压力计算相应的启动压力梯度值。

[0063] 上述实施例中,径向流实验用装置测试线性流流动模式下的启动压力时,将注水管线2的两端均封死,通过岩心夹持器3的开口31注入模拟地层水,模拟地层水流经注水管线2的各射孔22后沿页岩全直径岩心1的中心轴向流动,同时记录模拟地层水的不同注入速度以及对应的流动压力,并拟合得到页岩全直径岩心1的模拟地层水注入流速为零时的启动压力。

[0064] 上述实施例中,多个开口31分别间隔对称布置在页岩全直径岩心1的顶部和底部侧壁上。

[0065] 下面列举两具体的实施例:

[0066] 实施例一

[0067] 如图6所示,在本实施例中显示了松辽盆地某区块页岩岩心启动压力的测试结果,随着渗透率的增加,岩心的启动压力梯度的值接近于零,其中,启动压力的计算公式:

$$[0068] \quad y = 0.0321x^{-0.561} \quad (5)$$

[0069] 式中, y 为启动压力梯度, x 为渗透率。

[0070] $R_1^2=0.8634$ (6)

[0071] 式中, R_1 为松辽盆地某区块页岩岩心的直径。

[0072] 实施例二

[0073] 如图7所示,在本实施例中显示了泌阳凹陷某区块页岩岩心启动压力的测试结果,随着渗透率的增加,岩心的启动压力梯度的值接近于零,其中,启动压力的计算公式:

[0074] $y=0.004x^{-0.9026}$ (7)

[0075] $R_2^2=0.902$ (8)

[0076] 式中, R_2 为泌阳凹陷某区块页岩岩心的直径。

[0077] 虽然本发明所公开的实施方式如上,但所述的内容只是为了便于理解本发明而采用的实施方式,并非用以限定本发明。任何本发明所属技术领域的技术人员,在不脱离本发明所公开的精神和范围的前提下,可以在实施的形式上及细节上作任何的修改与变化,但本发明的专利保护范围,仍须以所附的权利要求书所界定的范围为准。

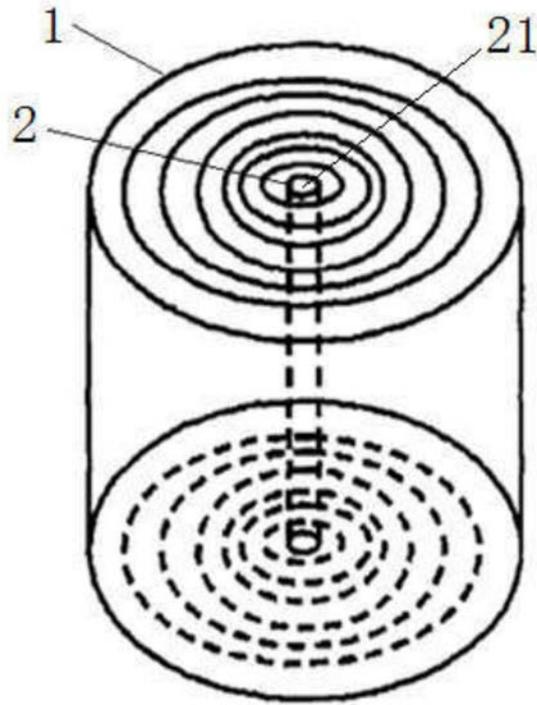


图1

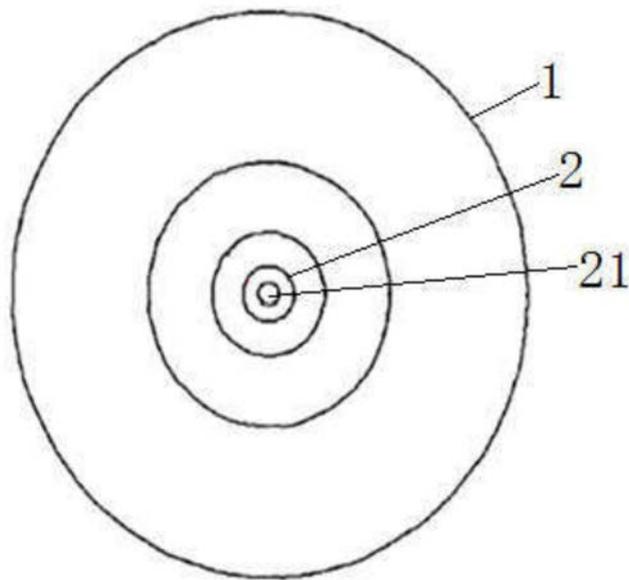


图2

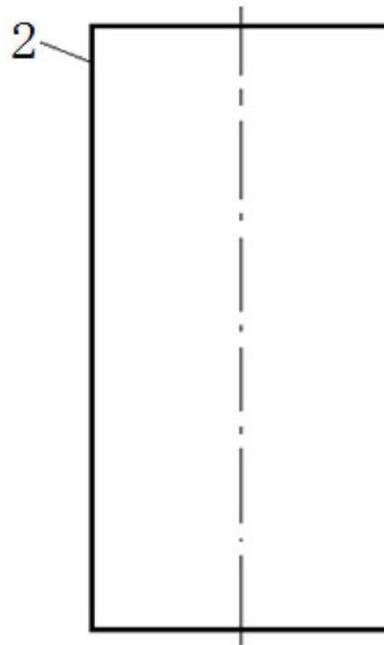


图3

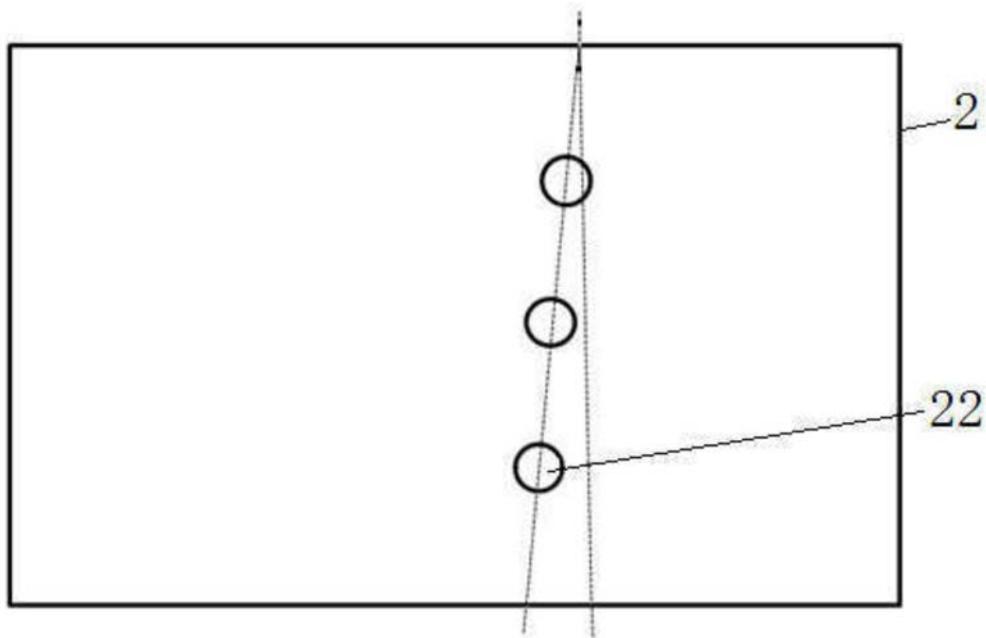


图4

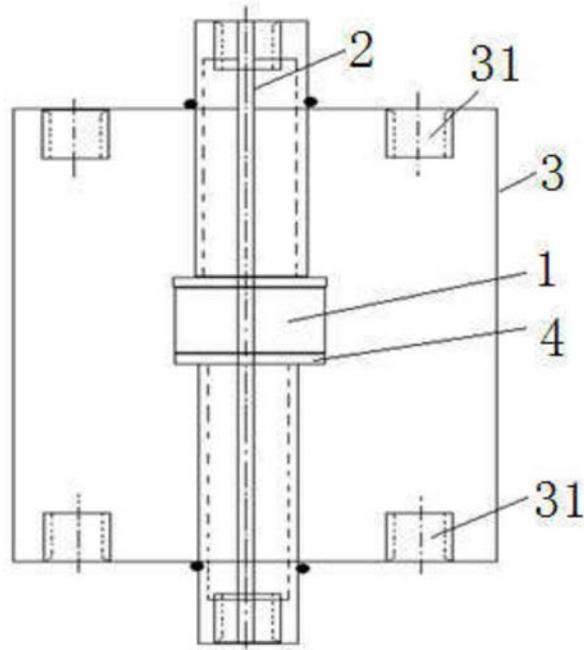


图5

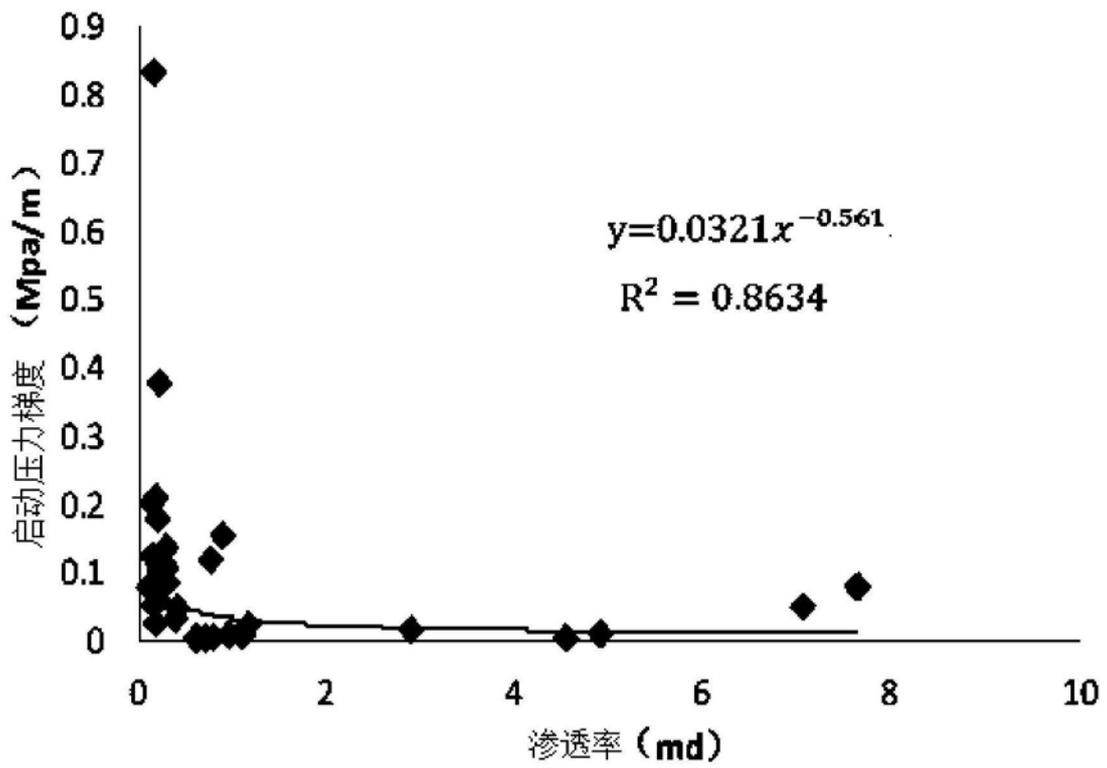


图6

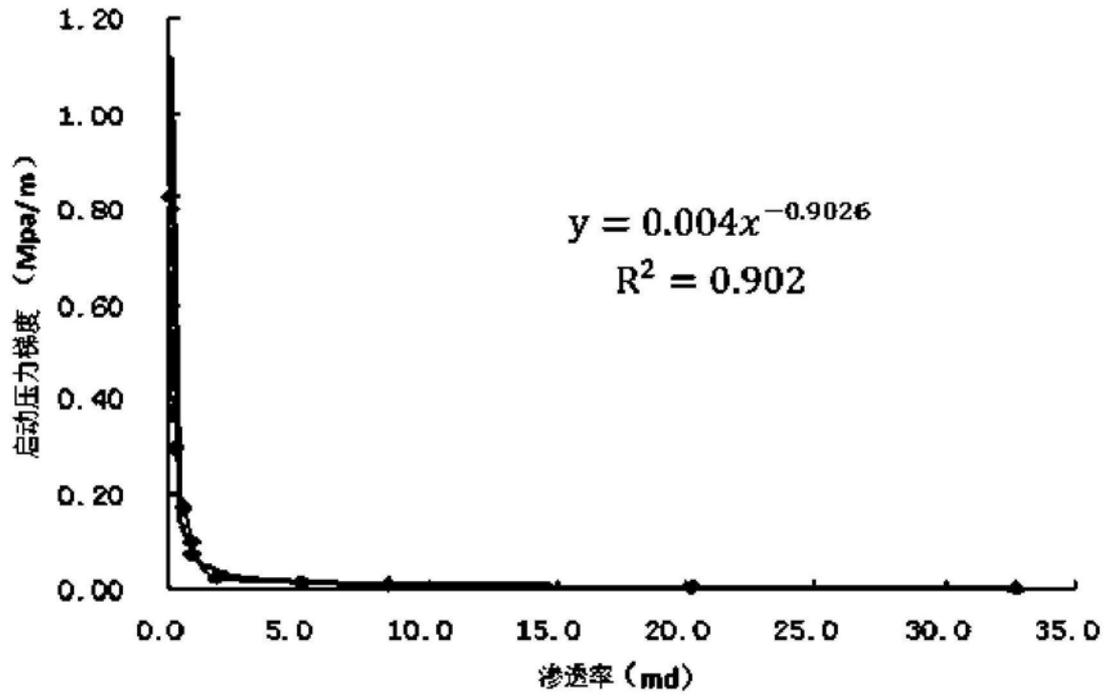


图7