



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107725046 A

(43)申请公布日 2018.02.23

(21)申请号 201710965248.5

(22)申请日 2017.10.17

(71)申请人 西南石油大学

地址 610500 四川省成都市新都区新都大道8号西南石油大学

(72)发明人 李海涛 李斌斌 李颖 刘权
崔小江

(51)Int.Cl.

E21B 49/00(2006.01)

E21B 47/007(2012.01)

E21B 43/20(2006.01)

E21B 25/00(2006.01)

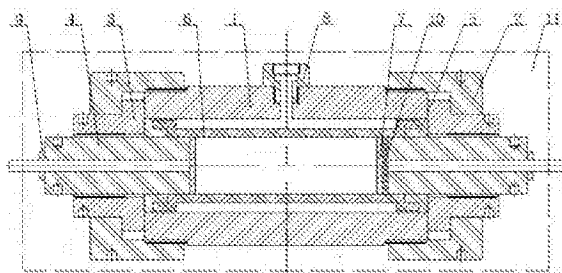
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54)发明名称

一种评价油藏注水过程中毛管力的设备和方法

(57)摘要

本发明提供了一种评价油藏注水过程中毛管力的设备和方法,可以模拟实际油藏注水开发过程中地层的毛管力。岩心夹持器的筒体内设置一个胶套;锥形套在胶套的端部;密封压帽与筒体通过螺纹连接,固定堵头;堵头与岩心塞通过螺纹连接,调节岩心长度;岩心塞的内端在胶套内;高渗透金属隔板在堵头与岩心之间,其半径和切线方向都有流通通道;筛网在出口端的高渗透金属隔板与岩心塞之间;岩心塞的外端接管线固定接头;环压接头与筒体外部连接。该方法提供了具体操作实验设备的步骤和流程,以及如何获得毛管力与饱和度的曲线。本发明解决了半渗透隔板或半渗透膜带来的影响,同时也减弱了液体端面效应的影响,使得实验数据更准确可靠。



1. 一种评价油藏注水过程中毛管力的设备和方法,其特征在于,岩心夹持器由筒体1、密封压帽2、堵头3、岩心塞4、锥形套5、胶套6、高渗透金属隔板7、环压接头8、管线固定接头9、筛网10和烘箱11组成。

2. 如权利要求1所述的一种评价油藏注水过程中毛管力的设备和方法,其特征在于,高渗透金属隔板7采用不锈钢材料制成;高渗透金属隔板7的厚度为3mm,孔道直径2-3mm,在半径方向和切线方向都有流通通道,流道2-4mm宽。

3. 如权利要求1所述的一种评价油藏注水过程中毛管力的设备和方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤1,从现场中钻取岩心;

步骤2,清洗岩心,恢复岩芯润湿性并建立原始含水饱和度;

步骤3,将岩心装入岩心夹持器,即取出岩心塞4、筛网10和高渗透金属隔板7,将岩心放入夹持器内,依次放入高渗透金属隔板7、筛网10和岩心塞4。升高围压,升高入口压力和回压,使岩心所受回压和岩心中流体压力达到油藏条件;升高温度至油藏温度;

步骤4,逐级增加驱替泵的驱替压力,将水驱替进入岩心,在每个驱替压力下保持足够长的时间,直至油不能被驱替出来为止;然后在下一个驱替压力下施加压力,直至油不能被驱替出来为止;加压直到岩心中的油为残余油状态时停止。用计量器记录在每个驱替压力下的出油量,计算相应的含水饱和度,绘制成饱和度与驱替压力的曲线,即毛管力与饱和度的曲线。在驱替过程中,实验装置会消耗大量的水,需循环利用水。

一种评价油藏注水过程中毛管力的设备和方法

技术领域

[0001] 本发明属于油气田开发室内实验技术领域；具体地，涉及一种评价油藏注水过程中毛管力的设备和方法。

背景技术

[0002] 毛管力即毛细管压力，是指在毛细管中两种互不相溶流体弯曲界面上存在的附加压力。在油气田勘探开发过程中，油藏的很多性质如岩石孔隙结构、岩石储集性能、油水饱和度与油水过渡带高度之间的关系、驱油效率、储层岩石的润湿性等，都需要用毛管力资料来确定。因此，准确有效地获得毛管力资料是进行石油与天然气勘探开发的前提。

[0003] 测量毛管力最常用的方法主要有三种：压汞法、离心法和半渗透隔板法。压汞法测试速度快，测量范围大，但与油层实际情况差别较大，污染环境，岩心不能重复使用。离心法测试设备与计算比较复杂，测定范围有限，最高压力只有1.4MPa。半渗透隔板法与油层条件接近，测定精度高，但会影响岩心中流体分布。这些方法，应用在确定油藏注水过程中的毛管力时，存在几个问题：(1) 测试过程中流体的流动方式与地层条件下的流体流动方式不同，例如最精确的半渗透隔板法采用一端进入高压流体，另一端封闭油相不能流出岩心。当油相到达疏水性半渗透隔板以后，便开始在半渗透隔板表面处和岩心中聚集，致使岩心中的水相和岩心外的水相断开了连接。很明显，半渗透隔板会显著影响岩心中的液体分布，不能更真实的反应地层状况与参数；(2) 这些方法不能在油藏条件下测试毛管力，因此测得的毛管力与油藏真实情况下存在一定差异；(3) 与各种测试方法相对应的测试油藏毛管力的设备也很多，但都不能真实反应和准确评价注水过程中的毛管力。如动态毛管力测试装置，通常测试对象是石英砂或者土壤（即填砂模型），孔隙渗透率都非常高，无法测试地层或人造低渗透岩心的动态毛管力

发明内容

[0004] 本发明提供了一种评价油藏注水过程中毛管力的设备和方法，专门测试地下流体流动状态时，对应的毛管力。实验设备操作简单，针对性强，能够在油藏条件下进行实验，也可以对低渗透岩芯进行毛管力测试和评价，同时也减少了现有实验设备带来的误差。

[0005] 本发明提供了一种评价油藏注水过程中毛管力的设备，包括驱替泵、中间容器、压力表、岩心夹持器、计量装置和烘箱。

[0006] 驱替泵，用于调节不同的驱替压力，根据不用的驱替压力将中间容器中的液体驱替进入岩心。岩心夹持器由筒体、密封压帽、堵头、岩心塞、筛网、锥形套、胶套、高渗透金属隔板、环压接头、管线固定接头、筛网和烘箱组成。岩心夹持器的筒体内设置一个胶套，胶套内放入被测岩心。在胶套的端部连接一个锥形套，以固定胶套和密封环压。筒体与密封压帽通过螺纹连接，密封压帽固定堵头，堵头与岩心塞通过螺纹连接，岩心塞的内端在胶套内，与岩心之间隔有一个高渗透金属隔板，在出口端的高渗透金属隔板与岩心塞之间，还有一个筛网，防止在注水过程中出砂。环压接头与筒体外部连接，环压接头的中心孔与筒体内连

通,外端与围压泵连接,通过围压泵向岩心夹持器施加围压。该岩心夹持器左右两端对称,但出口端多了一个筛网。岩心长度可以通过岩心塞与堵头之间的螺纹进行调节。管线固定接头在岩心塞的外端,密封管线,让液体从管线流出。岩心夹持器外部有一个烘箱,升高温度至油藏温度。

[0007] 高渗透金属隔板处于岩心与岩心塞之间,在其半径方向和切线方向都有流通通道,从而允许进入或流出的液体能够在隔板内均匀分布。高渗透金属隔板绝对渗透率比岩心绝对渗透率高很多。高渗透金属隔板代替半渗透隔板或半渗透膜,解决了半渗透隔板或半渗透膜带来的影响。因为该金属隔板渗透率很高,为了防止出砂,将筛网固定在出口端的金属隔板后。

[0008] 进一步地,本发明提供了一种评价油藏注水过程中毛管力的方法,包括以下步骤:

[0009] 步骤1,从现场中钻取岩心;

[0010] 步骤2,清洗岩心,恢复岩芯润湿性并建立原始含水饱和度;

[0011] 步骤3,将岩心装入岩心夹持器,即取出岩心塞4、筛网10和高渗透金属隔板7,将岩心放入夹持器内,依次放入高渗透金属隔板7、筛网10和岩心塞4。升高围压,升高入口压力和回压,使岩心所受回压和岩心中流体压力达到油藏条件;打开烘箱11升高温度至油藏温度;步骤4,逐级增加驱替泵的驱替压力,将水驱替进入岩心,在每个驱替压力下保持足够长的时间,直至油不能被驱替出来为止;然后在下一个驱替压力下施加压力,直至油不能被驱替出来为止;加压直到岩心中的油为残余油状态时停止。用计量器记录在每个驱替压力下的出油量,计算相应的含水饱和度,绘制成饱和度与驱替压力的曲线,即毛管力与饱和度的曲线。在驱替过程中,实验装置会消耗大量的水,需循环利用水。

[0012] 本发明的有益效果:

[0013] 本发明岩心夹持器中的高渗透金属隔板和筛网,能够专门测试地下流体流动状态时,对应的毛管力。实验设备操作简单,针对性强,能够在油藏条件下进行实验,也可以对低渗透岩芯进行毛管力测试和评价,同时解决了半渗透隔板或半渗透膜带来的影响,也减弱了液体端面效应的影响,极大地消除了现有实验设备带来的误差。

附图说明

[0014] 图1是本发明岩心夹持器结构剖面示意图;

[0015] 图2是本发明高渗透金属隔板结构剖面示意图;

[0016] 图3是本发明实验装置结构示意图。

[0017] 图中,1-筒体,2-密封压帽,3-堵头,4-岩心塞,5-锥形套,6-胶套,7-高渗透金属隔板,8-环压接头,9-管线固定接头,10-筛网,11-烘箱。

具体实施方式

[0018] 下面结合附图和具体实施方式,对本发明做进一步详细说明。

[0019] 如图1所示,岩心夹持器由筒体1、密封压帽2、堵头3、岩心塞4、锥形套5、胶套6、高渗透金属隔板7、环压接头8、管线固定接头9、筛网10和烘箱11组成。

[0020] 在筒体1内有一个胶套6,胶套6内可以放入被测岩心。固定环压接头8与筒体1外部连接,环压接头8的中心孔与筒体1内部连通,环压接头8顶端可以连接管线,管线和围压泵

连接,可以通过围压泵给岩心施加围压。

[0021] 岩心夹持器左右两端对称,但出口端多了一个筛网10。在胶套6的端部连接一个锥形套5,以固定胶套6和密封环压。筒体1两端与密封压帽2通过螺纹连接,以固定堵头3。堵头3与岩心塞4通过螺纹连接,可以通过堵头3与岩心塞4之间的螺纹来调节岩心的长度。岩心塞4的内端在胶套6内,通过围压以密封岩心。高渗透金属隔板7在岩心塞4与岩心之间,筛网10在出口端的金属隔板7与岩心塞4之间。管线固定接头9在岩心塞4的外端,密封管线,让液体从管线流出。岩心夹持器外部有一个烘箱11,升高温度至油藏条件。

[0022] 如图2所示,高渗透金属隔板7采用不锈钢材料制成。高渗透金属隔板7的厚度为3mm,孔道直径2-3mm,在半径方向和切线方向都有流通通道,流道2-4mm宽,以允许进入或流出的液体能够在隔板内均匀分布,减小端面效应的影响等。高渗透金属隔板7的绝对渗透率比岩心绝对渗透率高很多。出口端的高渗透金属隔板7后,加入筛网10,固定砂粒。

[0023] 具体实施步骤如下:

[0024] (1) 制作岩心:在现场获取岩样,然后钻取符合实验要求的岩心;

[0025] (2) 清洗和烘干岩心:用水和石油醚清洗岩心,然后用烤箱烘干岩心;

[0026] (3) 恢复岩心润湿性并建立原始含油水饱和度:先将岩心完全饱和水,再将岩心饱和油,直至束缚水状态;

[0027] (4) 安装岩心:取出岩心塞4、筛网10和高渗透金属隔板7,将岩心放入夹持器内,依次放入高渗透金属隔板7、筛网10和岩心塞4。调节岩心塞4和堵头3之间的螺纹,使岩心位于岩心夹持器的中部;

[0028] (5) 调整及检查设备,通过围压泵加围压,通过回压阀控制回压,使岩心所受回压和岩心中流体压力达到油藏条件;

[0029] (6) 打开烘箱11,升高温度至油藏温度;

[0030] (7) 岩心驱替实验:逐级增加驱替泵的驱替压力,将水驱替进入岩心,在每个驱替压力下保持足够长的时间,直至油不能被驱替出来为止;然后在下一个驱替压力下施加压力,直至油不能被驱替出来为止;最终直到岩心中的油被完全驱替出来(束缚水状态)。用计量器记录在每个驱替压力下的出油量,计算相应的含水饱和度,绘制成饱和度与驱替压力的曲线,即毛管力与饱和度的曲线。再次进行岩心驱替实验,重复上述步骤,即可获得多组实验数据。

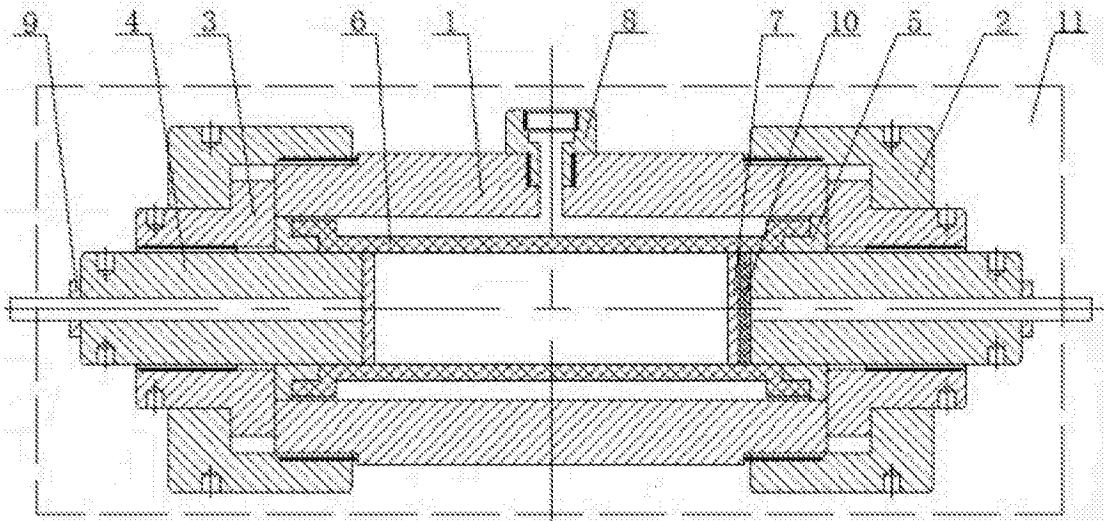


图1

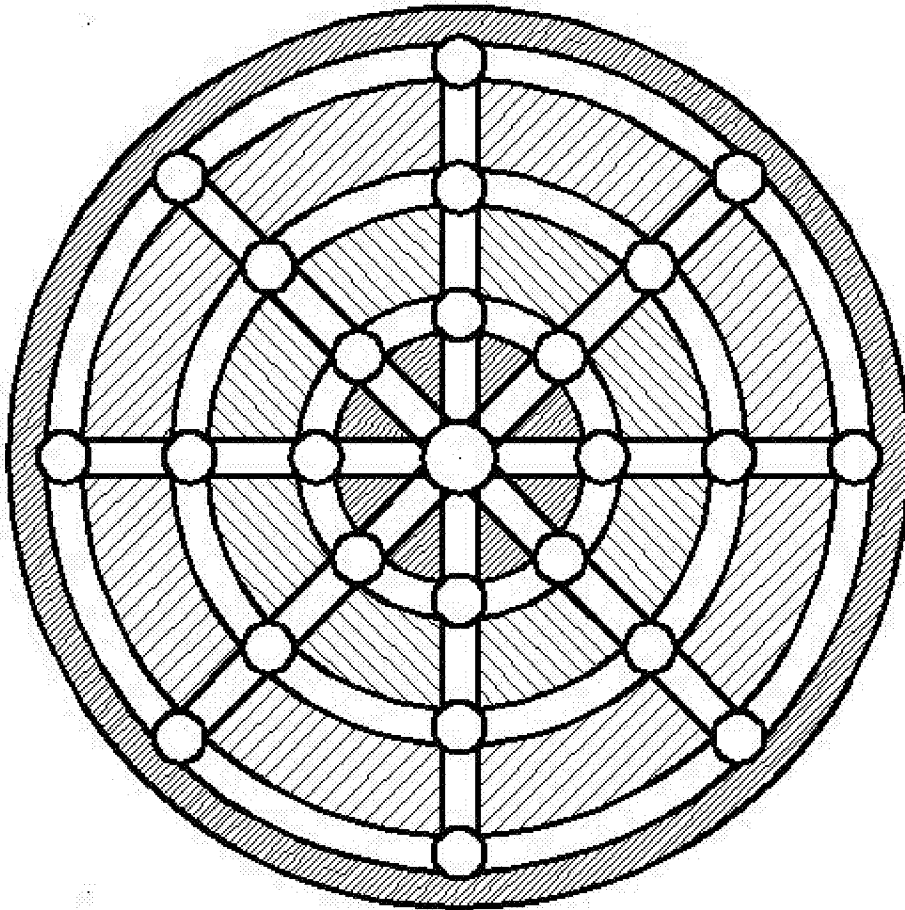


图2

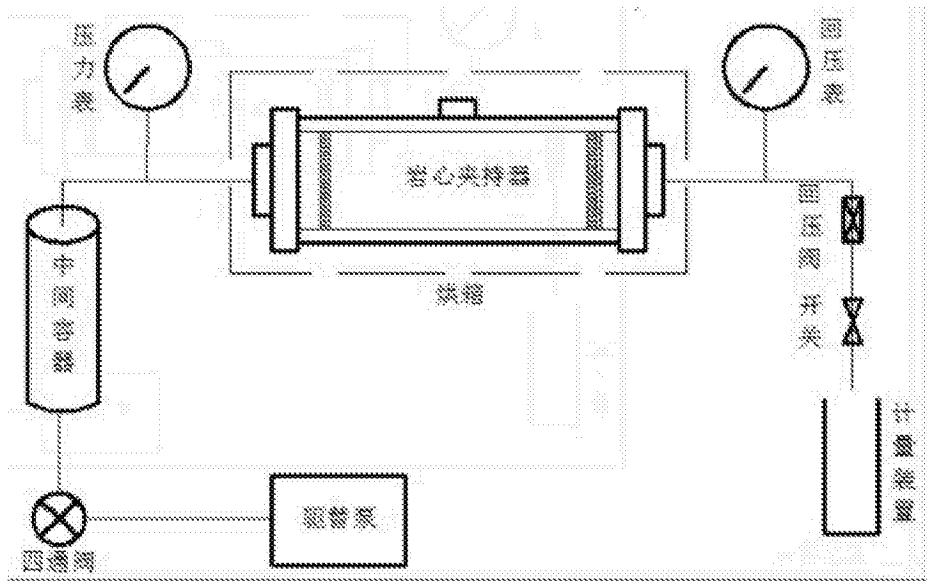


图3