

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
E21B 49/00 (2006.01)



[12] 实用新型专利说明书

专利号 ZL 200820123021.2

[45] 授权公告日 2009年7月15日

[11] 授权公告号 CN 201273190Y

[22] 申请日 2008.10.15

[21] 申请号 200820123021.2

[73] 专利权人 中国石油天然气股份有限公司

地址 100011 北京市东城区安德路16号洲际大厦

[72] 发明人 高建 韩冬 王家禄 伍家忠
吴康云

[74] 专利代理机构 北京市中实友知识产权代理有限公司

代理人 李玉明

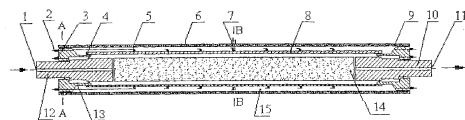
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

[54] 实用新型名称

三轴应力多测压点岩心油藏模拟装置

[57] 摘要

三轴应力多测压点岩心油藏模拟装置，应用于岩心油藏物理模拟试验。特征是：橡胶内模内部有横截面为矩形空腔。橡胶内模在圆筒状外壳内部，外壳与橡胶内模之间形成一个径向围压空间。在外壳的两端分别连接有固定密封套和上顶头、下顶头。在两个固定密封套的端面圆周均匀分布有试压孔和试压接头。在橡胶内模外壁固定有内模型试压接头，内模型试压接头与橡胶内模内腔联通；内模型试压接头通过测压管线分别与试压孔连接。效果是：采用三轴静水围压方式，使岩石所受的应力场更接近储层条件，减小测试误差；有效模拟低渗岩心油藏条件的试验，对油、水渗流及驱油过程中压力的动态变化在线监测。



1、一种三轴应力多测压点岩心油藏模拟装置，包括：圆筒状外壳(6)、橡胶内模(8)、上顶头(12)、下顶头(10)和固定密封套(13)，其特征在于：所述的橡胶内模(8)外壁为圆柱形，橡胶内模(8)内部有横截面为矩形空腔，矩形空腔能容纳待测岩心(14)，橡胶内模(8)在圆筒状外壳(6)内部，外壳(6)与橡胶内模(8)之间形成一个径向围压空间(15)；在圆筒状外壳(6)壁上固定有径向围压接口(7)；

在外壳(6)的两端分别连接有固定密封套(13)，在两个固定密封套(13)的中心孔内分别套有上顶头(12)和下顶头(10)，在固定密封套(13)外壁与橡胶内模(8)之间有轴向围压密封圈(4)，固定密封套(13)内端部的外壁分别与橡胶内模(8)两端密封，在两个固定密封套(13)的端面圆周均匀分布有试压孔(16)，在每个试压孔(16)上固定有一个试压接头(2)；

在橡胶内模(8)外壁延轴线方向均匀固定有内模型试压接头(5)，内模型试压接头(5)与橡胶内模(8)内腔联通；内模型试压接头(5)通过测压管线分别与试压孔(16)连接，能通过测压管线、试压孔(16)和试压接头(2)与外部测压装置连接。

2、根据权利要求1所述的三轴应力多测压点岩心油藏模拟装置，其特征是：在上顶头(12)与固定密封套(13)之间和下顶头(10)与固定密封套(13)之间有环形的轴向围压空间，固定密封套(13)的外端面上固定有轴向围压接口(3)，轴向围压接口(3)通过通孔(17)与环形的轴向围压空间联通。

3、根据权利要求1所述的三轴应力多测压点岩心油藏模拟装置，其特征是：所述的橡胶内模(8)外壁固定的内模型试压接头(5)有三排，每排内模型试压接头(5)的数量为7个。

4、根据权利要求3所述的三轴应力多测压点岩心油藏模拟装置，其特征是：所述的内模型测压接头(5)的间距为8cm~15cm。

5、根据权利要求1或2或3或4所述的三轴应力多测压点岩心油藏模拟装置，其特征是：所述的外壳(6)采用不锈钢材料。

6、根据权利要求1或2或3或4所述的三轴应力多测压点岩心油藏模拟装置，其特征是：所述的橡胶内模(8)采用耐高温改性四氟橡胶，橡胶内模(8)长度在50cm~300cm之间。

三轴应力多测压点岩心油藏模拟装置

技术领域

本实用新型涉及一种岩心油藏物理模拟试验装置，具体涉及一种三轴应力多测压点均质或非均质岩心夹持器。

背景技术

近年来，在我国陆上油田新增的原油探明储量中，低(特低)渗透油藏所占的比例急剧增大。随着低渗透油田的开发应用，需要对低渗透油藏的渗流特征进一步研究，从而为低渗透油藏开发方案编制、井网设计、开采方式优化提供理论基础。

目前使用的岩心油藏物理模拟试验装置，通常是将岩心放置在一胶筒内，岩心的两端各放置一个顶头，顶头中心有一通孔，分别接有管线，可让实验流体通过管线流过岩心；将该胶筒置于一钢筒内并与钢筒形成密闭的空间。当向钢筒内轴向和径向注入高压液体时，可使胶筒产生变形挤压岩心，试验中使用这个压力模拟地层压力。

上述装置的内筒空腔通常是圆柱形，采用单一测压点，该装置较适用于圆柱形短岩心的测定，短岩心长度在5~8厘米之间。由于低渗透岩心驱油实验过程中存在严重的端面效应，短岩心实验只能得到驱替过程中岩心外部的测压数据，无法得到水驱油过程中岩心内部压力变化特征，因此，短岩心实验不能很好的反映低渗透岩心内部的渗流规律。此外，由于岩心的孔隙体积小，采出油、水计量误差大。如果采用较大尺寸岩心，将能更接近地下应力特征，采集渗流与驱油过程中长岩心内部压力的动态传播特征，会有效消除岩心端面效应，减小测量误差。因此，需要适用大尺寸岩心且能有效模拟低渗岩心油藏条

件的试验装置。

实用新型内容

本实用新型的目的是：提供一种三轴应力多测压点岩心油藏模拟装置，采用三轴静水围压方式，使岩石所受的应力场更接近储层条件，使待测岩心空隙体积增加，减小测试误差；有效模拟低渗岩心油藏条件的试验，对油、水渗流及驱油过程中压力的动态变化在线监测。

为实现本实用新型的目的所采用的技术方案是：三轴应力多测压点岩心油藏模拟装置，包括：圆筒状外壳、橡胶内模、上顶头、下顶头和固定密封套。其特征在于：所述的橡胶内模外壁为圆柱形，橡胶内模内部有横截面为矩形空腔，矩形空腔能容纳待测岩心。橡胶内模在圆筒状外壳内部，外壳与橡胶内模之间形成一个径向围压空间；在圆筒状外壳壁上固定有径向围压接口，将液压泵与径向围压接口连接，就能为径向围压空间提供压力。

在外壳的两端分别连接有固定密封套，在两个固定密封套的中心孔内分别套有上顶头和下顶头。在固定密封套外壁与橡胶内模之间有轴向围压密封圈，固定密封套内端部的外壁分别与橡胶内模两端密封。在两个固定密封套的端面圆周均匀分布有试压孔，在每个试压孔上固定有一个试压接头。

在橡胶内模外壁延轴线方向均匀固定有内模型试压接头，内模型试压接头与橡胶内模内腔联通；内模型试压接头通过测压管线分别与试压孔连接，并能通过测压管线、试压孔和试压接头与外部测压装置连接。外部测压装置能为橡胶内模内腔提供试压压力。

为了在试验时，上顶头和下顶头能压紧岩心两端。在上顶头与固定密封套之间和下顶头与固定密封套之间有环形的轴向围压空间。固定密封套的外端面上固定有轴向围压接口，轴向围压接口通过通孔与

环形的轴向围压空间联通。将液压泵连接到轴向围压接口上，能通过轴向围压接口和通孔，为轴向围压空间提供压力，推动上顶头和下顶头能压紧岩心两端。

所述的橡胶内模外壁固定的内模型试压接头有三排。每排内模型试压接头的数量为7个。能为岩心提供均匀的试验压力。

所述的内模型测压接头的间距为8~15cm。

所述的外壳采用不锈钢板材料。

所述的橡胶内模采用耐高温改性四氟橡胶。橡胶内模长度在50cm~300cm之间。

本实用新型三轴应力多测压点岩心油藏模拟装置的有益效果：

(1)能适应截面为正方形的长方体岩心；能使岩心所受应力条件更加接近地下应力特征；

(2)本装置采用的岩心尺寸增大，因而使待测岩心空隙体积增加，减小测试误差；

(3)本装置增加了轴向测压点，能更精确地反应模拟实验条件下的压力变化情况；

(4)本装置实现了三轴静水围压及控制，使岩石所受的应力场更接近储层条件；

(5)在本装置中，环绕橡胶内模设有三排多个内模型测压接头5，使该装置适用于多层非均质岩心的研究；

(6)本装置能利用多测压点与压力自动采集系统，实现对油、水渗流及驱油过程中压力的动态变化在线监测。

附图说明

图1为本实用新型三轴应力多测压点岩心油藏模拟装置，具体实施方式的结构示意图；

图 2 为图 2 中 A-A 的剖视结构示意图；

图 3 为图 2 中 B-B 的剖视结构示意图。

图中，1. 进液口，2. 试压接头，3. 轴向围压接口，4. 轴向围压密封圈，5. 内模型试压接头，6. 外壳，7. 围压接口，8. 橡胶内模，9. 端头密封圈，10. 下顶头，11. 出液口，12. 上顶头，13. 固定密封套，14. 岩心，15. 径向围压空间，16. 试压孔，17. 通孔。

具体实施方式

实施例 1：以一个能容纳 $4.5\text{cm}\times 4.5\text{cm}\times 100\text{cm}$ 长方体岩心 14 的三轴应力多测压点岩心油藏模拟装置为例，进行详细说明。

参照图 1。三轴应力多测压点岩心油藏模拟装置包括：不锈钢圆筒状外壳 6、橡胶内模 8、上顶头 12、下顶头 10 和固定密封套 13。

所述的橡胶内模 8 外壁为圆柱形，外径为 8.5cm 。橡胶内模 8 采用耐高温改性四氟橡胶经高压浇铸而成。橡胶内模 8 内部有横截面为 $4.5\text{cm}\times 4.5\text{cm}$ 的正方形空腔。矩形空腔能容纳 $4.5\text{cm}\times 4.5\text{cm}\times 100\text{cm}$ 的待测岩心 14。橡胶内模 8 在圆筒状外壳 6 内部。圆筒状外壳 6 采用不锈钢材料，内径为 16cm 。最大压力为 50MPa ，流体压力最大 48MPa 。

外壳 6 不锈钢外壳 6 与橡胶内模 8 之间形成一个环形的径向围压空间 15。在圆筒状外壳 6 壁上固定有一个径向围压接口 7，将液压泵与径向围压接口 7 连接，就能为径向围压空间 15 提供压力。

在外壳 6 的两端分别连接有螺纹固定的密封套 13，在两个密封套 13 的中心孔内分别套有一个上顶头 12 和一个下顶头 10。在固定密封套 13 外壁与橡胶内模 8 之间有一个轴向围压密封圈 4，轴向围压密封圈 4 是“O”型密封圈。固定密封套 13 内端部的外壁分别与橡胶内模 8 两端密封。在两个固定密封套 13 的端面圆周均匀分布有 21 个试压孔 16，在每个试压孔 16 上固定有一个试压接头 2。

参阅图 3。在橡胶内模 8 外壁延轴线方向均匀固定有三排内模型试压接头 5。参阅图 1。每排内模型试压接头 5 的数量为 7 个，内模型测压接头 5 的间距为 12.5cm。能为岩心 14 提供均匀的试验压力。参阅图 3。内模型试压接头 5 与橡胶内模 8 内腔联通。参阅图 2。内模型试压接头 5 通过测压管线分别与试压孔 16 连接，并能通过测压管线、试压孔 16 和试压接头 2 与外部测压装置连接。外部测压装置能为橡胶内模 8 内腔提供试压压力。内模型试压接头 5。

参阅图 1。上顶头 12 和下顶头 10 能压紧岩心 14 两端。在上顶头 12 与固定密封套 13 之间和下顶头 10 与固定密封套 13 之间有环形的轴向围压空间。固定密封套 13 的外端面上固定有一个轴向围压接口 3。轴向围压接口 3 通过通孔 17 与环形的轴向围压空间联通。参阅图 2。将液压泵连接到轴向围压接口 3 上，能通过轴向围压接口 3 和通孔 17，为轴向围压空间提供压力，推动上顶头 12 和下顶头 10 能压紧岩心 14 两端。

该装置设计能实现低渗透岩心油藏条件模拟。可以进行油藏条件下低渗透单相油与水渗流规律测试、启动压力测试、超前注水机理研究测试、储层压力敏感测试、水驱油特性测试、N₂/空气驱油机理或不同开采方式下储层内压力传播过程测试研究。本实施例中被测岩心三个侧面方向上均设有内模型测压接口 5。可适用于三层非均质岩心应力的测量。

利用三轴应力多测压点岩心油藏模拟装置，进行水驱油特性实验过程如下：参阅图 1。

取实施例 1 的三轴应力多测压点岩心油藏模拟装置，先将下顶头 10 卸下，将长岩心 14 放入橡胶内模 8 中，再将下顶头 10 固定。将两个轴向围压接口 3 和围压接口 7 连接到液压泵上，启动液压泵，调节轴向压力使两个轴向围压接口 3 和围压接口 7 的压力分别达到 50MPa。

将三轴应力多测压点岩心油藏模拟装置放入设定温度的恒温箱中。从进液口 1 将橡胶内模 8 内部及长岩心 14 抽真空 24 小时，至模型内真空度达到 -0.1MPa ，从进液口 1 通入地层水，并饱和地层水 12 小时。从进液口 1 通入原油驱水造束缚水，油藏温度下老化七天。进行水驱油过程，通过自动采集系统记录出液口 11 流出的采出油水量，采集各内模型测压接口 5 处的压力，即可得到水驱油过程中沿长岩心不同测压点压力变化值。水驱油至出口含水 100%后结束实验。

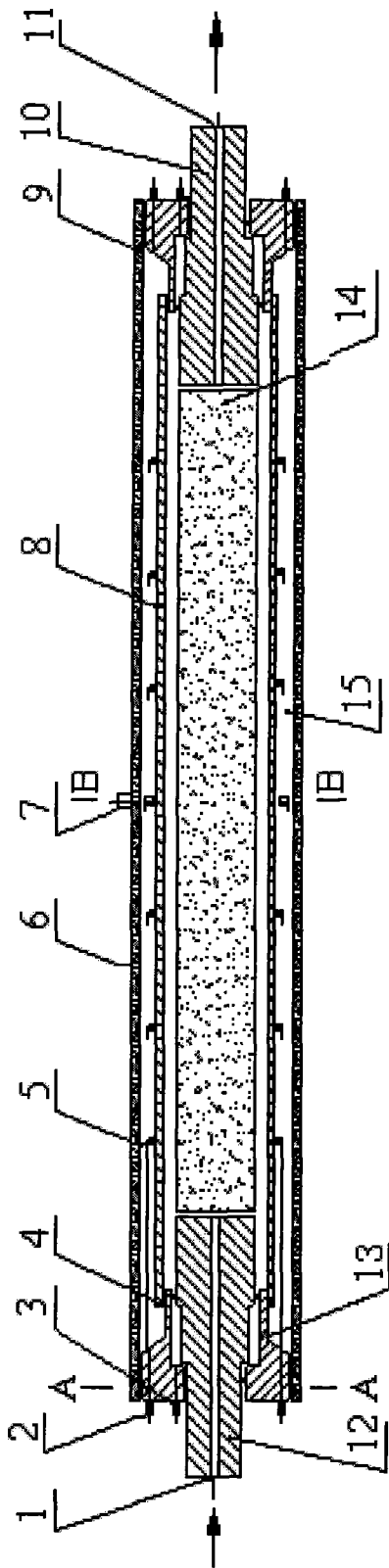


图1

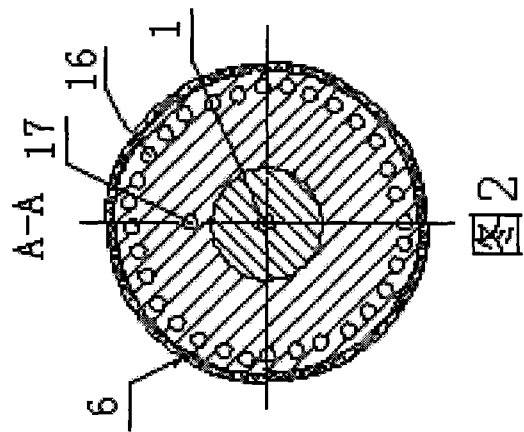


图2

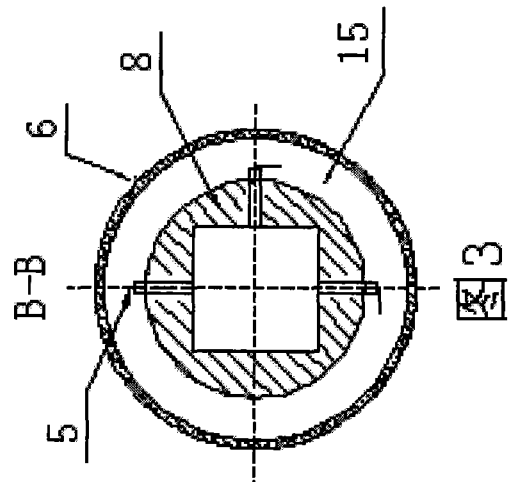


图3