



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104111212 B

(45)授权公告日 2016.08.17

(21)申请号 201410310988.1

JP H02298836 A, 1990.12.11,

(22)申请日 2014.07.01

石京平.低渗透油田油水两相低速非达西渗流规律研究.《中国博士学位论文全文库 工程技术I辑》.2008,(第5期),第53页第2-3段,第54页图3-3.

(73)专利权人 清华大学

地址 100084 北京市海淀区100084信箱82
分箱清华大学专利办公室

审查员 陆坚

(72)发明人 郝鹏飞 何枫 孙亮 王晓琦

(74)专利代理机构 北京鸿元知识产权代理有限公司 11327

代理人 邸更岩

(51)Int.Cl.

G01N 13/04(2006.01)

(56)对比文件

CN 201318975 Y, 2009.09.30,

CN 101852714 A, 2010.10.06,

CN 101598537 A, 2009.12.09,

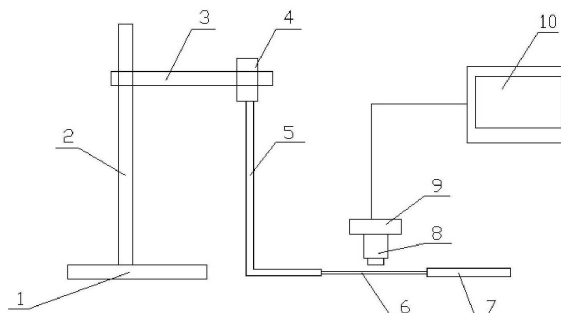
权利要求书1页 说明书2页 附图1页

(54)发明名称

基于粒子示踪法测量微管中液体启动压力的装置及方法

(57)摘要

基于粒子示踪方法测量微管中液体启动压力的装置及方法,主要用于测量微细管中的液体启动压力以及分析液体的微尺度效应。该装置包括移动平台、竖直移动导轨、卡具、小容器、连接导管、毛细管、玻璃管、显微镜、图像采集器以及计算机。测量时,先将待测液体与示踪粒子预混合后装入到透明的小容器中,当液体充满毛细管并流入玻璃管时,将卡具和小容器沿竖直移动导轨向下移动,并使其与毛细管出口持平;当观察到微管道的示踪粒子从静止状态开始运动时,测量记录此时对应的小容器内液面与毛细管出口的液面差,并乘以液体的密度和重力加速度,就得到待测液体在毛细管内的启动压力。该装置及方法具有测量精度高、测量结果直观和耗时短的优点。



1. 一种基于粒子示踪方法测量微管中液体启动压力的方法,其特征在于,该方法采用如下测量装置,该装置包括移动平台(1)、竖直移动导轨(2)、卡具(3)、小容器(4)、连接导管(5)、毛细管(6)、玻璃管(7)、显微镜(8)、图像采集器(9)以及计算机(10);所述的竖直移动导轨(2)垂直安装在移动平台(1)上;所述卡具(3)安装在竖直移动导轨(2)的滑块上,并能够沿着导轨上下移动;所述小容器(4)固定在卡具(3)上,小容器(4)的底部开有小孔并与连接导管(5)相连通;所述毛细管(6)的前端与连接导管(5)的下游末端相连,毛细管(6)的末端与玻璃管(7)相连;所述的显微镜(8)放置在毛细管(6)中部的上方位置,所述的计算机通过数据线与所述的图像采集器相连;所述方法包括如下步骤:

1)将待测液体与示踪粒子预混合后装入透明的小容器(4)中,然后将小容器固定在与竖直移动导轨(2)连接的卡具(3)上;示踪粒子与液体按0.5%–2%的体积百分比进行混合;

2)含有示踪粒子的液体在重力条件下通过连接导管从小容器进入到毛细管,当液体充满毛细管并流入玻璃管(7)时,将卡具和小容器沿竖直移动导轨向下移动,并使其与毛细管出口持平;

3)然后逐渐增加小容器的高度,毛细管内的流体图像会通过显微镜及图像采集器输入到计算机,当观察到毛细管内的示踪粒子开始运动时,说明流体开始流动,测量记录此时对应的小容器内液面与毛细管出口的液面差 h ,并乘以液体的密度和重力加速度,就得到待测液体在毛细管内的启动压力。

基于粒子示踪法测量微管中液体启动压力的装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种测量复杂流体在微细孔道内启动压力的装置及方法,尤其涉及一种基于粒子示踪法测量微管中液体启动压力的装置及方法。

背景技术

[0002] 在低渗透油藏中,由于孔隙半径和边界层厚度几乎在同一数量级上或者更小,再加上多孔介质以及粘土的影响,这种固液边界层的影响会大大增强,边界流体占孔隙系统中流体的比例增大,边界层对渗流的影响已经不容忽略,甚至会使渗流偏离达西渗流规律,呈现非线性特性并存在启动压力,即只有当驱动压力大于某孔道的启动压力时,该孔道中的流体才开始流动。目前测量启动压力的方法主要有“压差-流量法”及“毛细管平衡法”,前者是通过压差-流量曲线的外推得到启动压力,测量点多,测量时间长,测量精度受到影响,且外推方法的理论基础存在问题;后者虽然直观,但是只有毛细管内流体达到平衡才能测量,对于直径小于50微米的毛细管,等待时间超过1天,测量时间要求很长,而且无法得到流体在微细管内的流动细节。

发明内容

[0003] 本发明的目的是提供一种基于粒子示踪法测量微米细管中液体启动压力的装置及方法,使其具有结构简单,而且测量结果精度高,节约测量时间。

[0004] 本发明的技术方案是:

[0005] 一种基于粒子示踪方法测量微管中液体启动压力的装置,其特征在于:该装置包括移动平台、竖直移动导轨、卡具、小容器、连接导管、毛细管、玻璃管、显微镜、图像采集器以及计算机;所述的竖直移动导轨垂直安装在移动平台上;所述卡具安装在竖直移动导轨的滑块上,并能够沿着导轨上下移动;所述小容器固定在卡具上,小容器的底部开有小孔并与连接导管相连通;所述毛细管的前端与连接导管的下游末端相连,毛细管的末端与玻璃管相连;所述的显微镜放置在毛细管中部的上方位置,所述的计算机通过数据线与所述的图像采集器相连。

[0006] 本发明提供的一种基于粒子示踪方法测量微管中液体启动压力的方法,其特征在于该方法包括如下步骤:

[0007] 1)将待测液体与示踪粒子预混合后装入透明的小容器中,然后将小容器固定在与竖直移动导轨连接的卡具上;

[0008] 2)含有示踪粒子的液体在重力条件下通过接导管从小容器进入到毛细管,当液体充满毛细管并流入玻璃管时,将卡具和小容器沿竖直移动导轨向下移动,并使其与毛细管出口持平;

[0009] 3)逐渐增加小容器的高度,毛细管内的流体图像会通过显微镜及图像采集器输入到计算机,当观察到毛细管内的示踪粒子开始运动时,说明流体开始流动,测量记录此时对应的小容器内液面与毛细管出口的液面差,并乘以液体的密度和重力加速度,就得到待测

液体在毛细管内的启动压力。

[0010] 本发明所述方法中,步骤1)中示踪粒子与液体按0.5%–2%的体积百分比进行混合。

[0011] 本发明具有以下优点及突出性的技术效果:所述测量装置结构及测量原理简单,测量结果精度高,大大节约了测量时间。

附图说明

[0012] 图1基于粒子示踪方法测量微米细管中液体静态启动压力的装置。

[0013] 图中:1—电动平台;2—竖直移动导轨;3—卡具;4—小容器;5—连接导管;6—毛细管;7—玻璃管;8—显微镜;9—图像采集器;10—计算机。

具体实施方式

[0014] 下面结合附图对本发明的具体结构、原理和工作过程作详细说明。

[0015] 图1基于粒子示踪方法测量微米细管中液体静态启动压力的装置,该装置包括移动平台1、竖直移动导轨2、卡具3、小容器4、连接导管5、毛细管6、玻璃管7、显微镜8、图像采集器9以及计算机10;所述的竖直移动导轨2垂直安装在移动平台1上;所述卡具3安装在竖直移动导轨2的滑块上,并能够沿着导轨上下移动;所述小容器4固定在卡具3上,小容器4的底部开有小孔并与连接导管5相连通;所述毛细管6的前端与连接导管5的下游末端相连,毛细管6的末端与玻璃管7相连;所述的显微镜8放置在毛细管6中部的上方位置,所述的计算机通过数据线与所述的图像采集器相连。

[0016] 本发明的测量过程如下:先将待测液体与示踪粒子预混合后装入到透明的小容器4中,(示踪粒子与液体一般按0.5%–2%的体积百分比进行混合)。然后将小容器固定在与竖直移动导轨2连接的卡具3上,小容器4通过连接导管5与毛细管6连接,液体在重力条件下会通过接导管5从小容器进入到毛细管,当液体充满毛细管并流入玻璃管7时,将卡具和小容器沿竖直移动导轨向下移动到最低位置,并使其与毛细管出口持平;与毛细管出口持平后,由于此时毛细管进出口液位差为零,所以液体停止流动,然后逐渐增加小容器的高度,毛细管内的流体图像会通过显微镜8及图像采集器9输入到计算机10,当观察到毛细管内的示踪粒子开始运动时,说明流体开始流动,测量记录此时对应的小容器内液面与毛细管出口的液面差 h ,并乘以待测液体的密度和重力加速度 g ,就可以得到待测液体在毛细管内的启动压力,具体计算公式为 $P_s = \rho gh$ 。

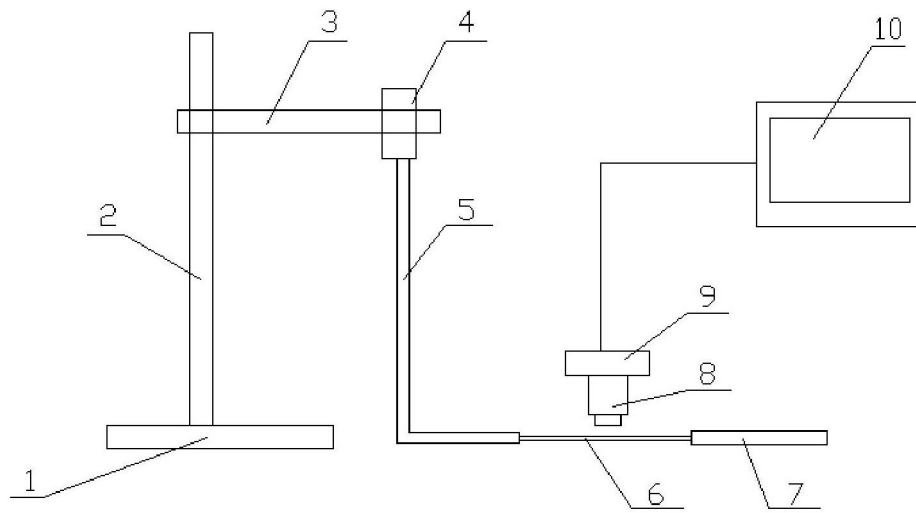


图1