

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G01N 27/12 (2006.01)

G01N 33/28 (2006.01)



[12] 实用新型专利说明书

专利号 ZL 200520000431.4

[45] 授权公告日 2006 年 4 月 12 日

[11] 授权公告号 CN 2771856Y

[22] 申请日 2005.2.5

[21] 申请号 200520000431.4

[73] 专利权人 赵江青

地址 100083 北京市海淀区学院路 20 号科技楼 102 室江安公司

共同专利权人 匡立春

[72] 设计人 赵江青 匡立春

[74] 专利代理机构 北京科龙寰宇知识产权代理有限公司

代理人 孙皓晨 滑春生

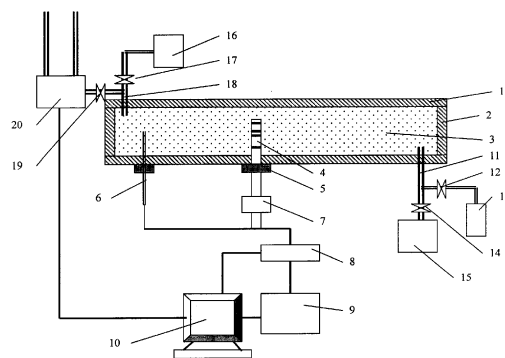
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

[54] 实用新型名称

含油饱和度场的模拟监测装置

[57] 摘要

本实用新型专利油藏实验室模拟中含油饱和度场的监测方法，属岩石物理领域。首次实现了用电法测量含油饱和度场的分布。本实用新型通过研制梯度电极系探头测量电位差。这个电位差反映了地层电阻率变化。通过对电极的标定，确定测量电阻与被测介质之间的定量关系。由阿尔奇公式计算地层含水饱和度。在模型中安置一定数量的电极探头，就能实时监测在水驱油过程中含油饱和度的变化，制作含油饱和度等值图。用模具制作了电极探头，实际考察了探头的温度性能、探测范围、动态范围、灵敏度、一致性、稳定性、绝缘性及其机械性能等。本实用新型适用于人工堆积模型中含油饱和度场分布的监测，由此计算的饱和度误差小于 3%。



1、一种含油饱和度场的模拟监测装置，其特征在于：包括填砂模型、流体驱替系统和自动采集系统，所述的流体驱替系统与填砂模型连接；

5 所述的填砂模型包括上盖板、模型槽和地层填砂模型，地层填砂模型填充在模型槽内，盖板封闭在模型槽的上口；

 所述的自动采集系统包括：电极探头、压帽及橡胶密封圈、压力探头、阵列式多路采集器、数字电桥和计算机，电极探头和压力传感器从所述的填砂模型的底面插入，并通过压帽及橡胶密封圈固定，电极探头和压力传感器
10 通过导线与阵列式多路采集器的输入端连接，后者的输出端通过数字电桥与计算机连接。

 2、根据权利要求1所述的含油饱和度场的模拟监测装置，其特征在于：所述的电极探头包括四个电极环、基杆和电极接头，四个电极环间隔嵌套在绝缘基杆上，构成梯度电极系探头，电极接头连接在所述基杆的一端。

15 3、根据权利要求1或2所述的含油饱和度场的模拟监测装置，其特征在于：所述的流体驱替系统包括：平流泵、流体罐、真空泵和油水分离计量装置，平流泵和流体罐通过管线与所述的填砂模型的下部连接，真空泵和油水分离计量装置通过管线与所述的填砂模型的上部连接，在上述的各连接管线上均串联有阀门；所述的油水分离计量装置的控制端与所述的计算机的对应
20 端连接。

含油饱和度场的模拟监测装置

5 技术领域

本实用新型涉及地球物理和油藏工程领域，适用于油藏实验室模拟中监测含油饱和度场的分布。

背景技术

10 为了模拟油气藏在开发过程中含油饱和度的变化，特别是在三次采油中，需要在实验室中进行地层条件下油气开采过程的模拟和剩余油气的监测。以往用 CT 扫描技术测量小岩心中的油水分布，对大模型中（1000×1000mm）怎样实时监测驱替过程中含油饱和度的变化，一直是油藏工程未能解决的问题。

15

发明内容

本实用新型的目的就是提供一种含油饱和度场的模拟监测装置，以满足对大模型中实时监测驱替过程中含油饱和度变化的要求。

本实用新型的技术方案是：包括填砂模型、流体驱替系统和自动采集系
20 统，所述的流体驱替系统与填砂模型连接；

所述的填砂模型包括上盖板、模型槽、地层填砂模型和，地层填砂模型填充在模型槽内，盖板封闭在模型槽的上口；

所述的自动采集系统包括：电极探头、压帽及橡胶密封圈、压力探头、阵列式多路采集器、数字电桥和计算机，电极探头和压力传感器从所述的填
25 砂模型的底面插入，并通过压帽及橡胶密封圈固定，电极探头和压力传感器通过导线与阵列式多路采集器的输入端连接，后者的输出端通过数字电桥与计算机连接。

所述的电极探头包括四个电极环、基杆和电极接头，四个电极环间隔嵌套在绝缘基杆上，电极接头连接在所述基杆的一端。

所述的流体驱替系统包括：平流泵、流体罐、真空泵和油水分离计量装置，平流泵和流体罐通过管道与所述的填砂模型的下部连接，真空泵和油水分离计量装置通过管道与所述的填砂模型的上部端连接，在上述的各连接管道上均串联有阀门；所述的油水分离计量装置的控制端与所述的计算机的对应端连接。

本实用新型通过梯度电极系探头测量电位差，这个电位差反映了地层电阻率变化。通过对电极的标定，确定测量电阻与被测介质之间的定量关系。由阿尔奇公式计算出地层含水饱和度。在模型中安置一定数量的电极探头，就能实时监测在水驱油过程中含油饱和度的变化，制作含油饱和度等值图。

本实用新型适用于人工堆积模型中含油饱和度场分布的监测，由此计算的饱和度误差小于 3%。

附图说明

图 1 是本实用新型的总体构成示意图；

图 2 是本实用新型的电极探头的结构示意图。

附图的标记说明：1 上盖板；2 模型槽；3 地层模型（填砂模型）；4 电极探头；5 压帽及橡胶密封圈；6 压力探头；7 四芯接头；8 阵列式多路采集器；9 数字电桥；10 计算机；11 流体注入口；12、14、17、19 阀门；13 流体罐；15 平流泵；16 真空泵；18 流体出口；20 油水分离计量装置；41、44 为供电电极；42、43 为测量电极；45 为基杆；46 为电极四芯接头。

具体实施方式

参见图 1，本实用新型包括流体驱替系统、填砂模型和自动采集系统，其中：

所述的填砂模型包括上盖板 1、模型槽 2 和地层填砂模型 3，地层填砂模型 3 填充在模型槽 2 内，盖板 1 封闭在模型槽的上口。

所述的自动采集系统包括：电极探头 4、压帽及橡胶密封圈 5、压力探头 6、四芯接头 7、阵列式多路采集器 8、数字电桥 9 和计算机 10。电极探头 4 和压力传感器 6 从所述的模型槽 3 的底面插入至填砂模型 3 内一定深度，并

通过压帽及橡胶密封圈 5 固定, 电极探头 4 和压力传感器 6 通过导线与阵列式多路采集器 8 的输入端连接, 后者的输出端通过数字电桥 9 与计算机 10 连接。所述的电极探头 4 通过四芯接头 7 与所述的阵列式多路采集器 8 的输入端连接。

5 所述的流体驱替系统包括: 平流泵 15、流体罐 13、真空泵 16 和油水分离计量装置 20。平流泵 15 和流体罐 13 通过管线与所述的填砂模型的底部连接, 真空泵 16 和油水分离计量装置 20 通过管线与所述的填砂模型的顶部连接; 在上述的各连接管线上均分别串联有阀门 12、14、17 和 19。所述的油水分离计量装置 20 的控制端用导线与所述的计算机 10 的对应端连接。

10 在模型 3 饱和过程中关闭阀 14 和阀门 19, 打开阀门 12 和阀门 17, 用真空泵 16 对模型 3 抽真空后, 让流体罐 13 中地层水充分饱和到模型 3 中; 驱替过程中闭阀门 12 和 17, 打开阀门 14 和 19, 由平流泵 15 把流体注入模型 3 中, 替换出的流体由油水分离计量装置 20 分别计量, 并由计算机 10 分别记录 and 计算模型的总含水饱和度。

15 参见图 2, 所述的电极探头 4 包括四个电极环 41~44、基杆 45 和四芯电极接头 46, 四个电极环间隔嵌套在绝缘基杆 45 上, 四芯电极接头 46 连接在所述基杆 45 的一端。供电电极环 41~44 通过导线沿着绝缘基杆 45 的内部分别与四芯电极接头 46 中的四个接线脚连接。

 本实用新型的工作机理是: 通过对油藏的声、电、核、力等参数的研究,
20 发现电参数对含油饱和度的变化最明显。在外电场的作用下, 通过岩石的全电流是传导电流和位移电流之和, 前者与岩石电导率有关, 后者与岩石的介电常数有关, 当外场频率改变时, 岩石电导率和介电常数都是频率函数。所以采用梯度电极系测量, 测量频率选择 1KHZ。本实用新型采用四电极系: 41、44 为供电极, 42、43 为测量电极。通过供电电极 41 和 44 供给一个恒定的电
25 流 I , 在地层中建立电场后, 用测量电极 42、43 测量电位差。这个电位差 ΔU_{23} 反映了电场分布特性, 从而反映介质导电性能和含水饱和度的变化, 按 $R=K \cdot \Delta U_{23}/I$ 计算电阻率 R , K 为电极系系数, 它只与电极系尺寸、类型有关; I 为供电电流。为了在有限介质中准确测量电阻率, 电极系尺寸不应该太大, 以满足点电源的条件。通过对电极的标定, 确定测量电阻与被测介质之间的

定量关系。由阿尔奇公式计算地层模型含水饱和度 S_w : $S_w = \sqrt[n]{\frac{abR_w}{R_t\Phi^m}}$; 式中 R_t —含油地层电阻率; R_w —地层水电阻率; a 、 b —系数; m —孔隙度指数; n —饱和度指数; Φ —地层孔隙度。这些系数和指数由介质的固有性质决定, 可用实验方法确定。在模型中安置一定数量的电极探头, 就能实时监测在水驱油过程中含油饱和度的变化, 制作含油饱和度等值图。

本实用新型通过研制梯度电极系探头 4 测量电位差, 这个电位差反映了地层电阻率变化。通过对电极的标定, 确定测量电阻与被测介质之间的定量关系。由阿尔奇公式计算出地层含水饱和度。在模型中安置一定数量的电极探头 4, 就能实时监测在水驱油过程中含油饱和度的变化, 制作含油饱和度等值图。用模具制作了电极探头, 实际考察了探头的温度性能、探测范围、动态范围、灵敏度、一致性、稳定性、绝缘性及其机械性能等。本实用新型适用于人工堆积模型中含油饱和度场分布的监测, 由此计算的饱和度误差小于 3%。

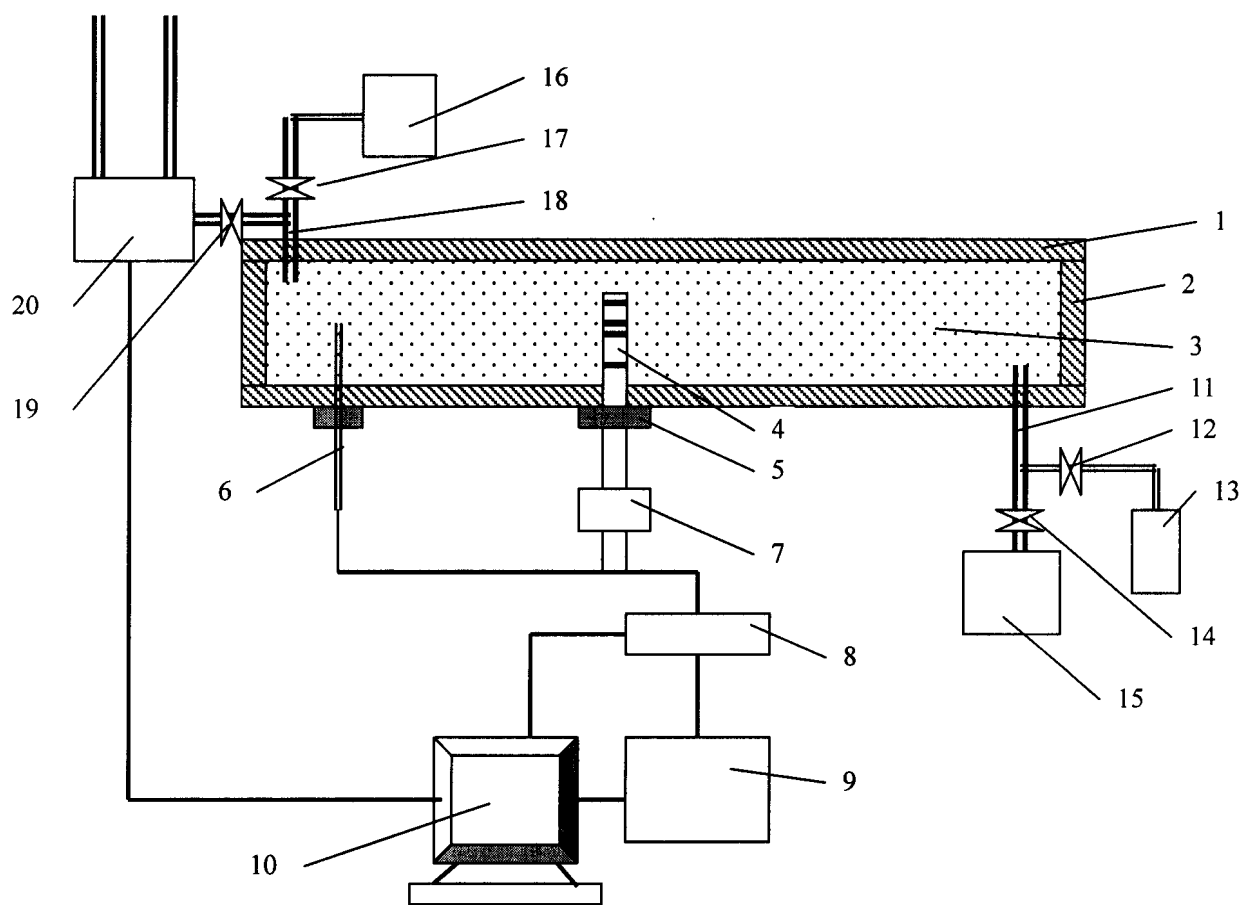


图 1

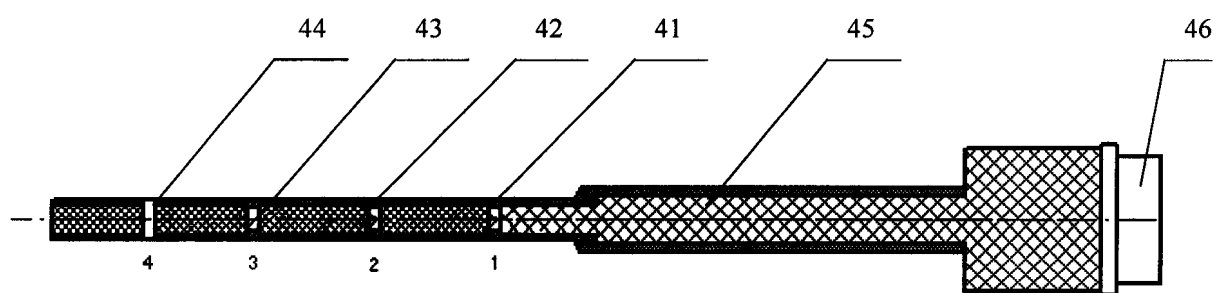


图 2