

采用声发射技术测定多孔介质中油水饱和度的试验

鄂毅男, 李 伟, 徐彦廷

(大庆石油学院 石油机械系 黑龙江 安达 151400)

摘 要 介绍了确定饱和两相流体多孔介质中饱和度的理论研究和试验研究的情况, 阐述了试验研究的原理, 介绍了基于原理所设计并建立的试验系统. 结合试验研究的过程, 以图线形式给出了试验结果, 分析得出了采用声发射技术测定饱和两相流体多孔介质饱和度模型试验研究的必要条件.

关 键 词 声发射技术; 多孔介质; 油水饱和度; 试验研究

中图分类号: TB302.5 文献标识码: A 文章编号: 1000-1891(2002)01-0065-03

0 引言

确定饱和两相流体多孔介质中的饱和度的试验研究主要是针对石油天然气工业进行的. 在理论研究方面, 1956 年 Boits 建立了饱和单相流体弹性多孔介质中的应力波传播理论^[1]. 到了 80 年代, Boits 理论才被推广到饱和两相流体弹性多孔介质中, 但是只有知道弹性多孔介质固体骨架的体积弹性模量和剪切弹性模量, 才能由推广后的 Boits 理论计算两相流体饱和度的理论值^[2], 而从理论上推导和由试验测定多孔介质固体骨架的上述两个弹性模量都是比较困难的. 在试验研究方面, 1946 年开始应用 X 射线技术测定砂岩中油的饱和度^[3], 到了 80 年代, 开始测量饱和两相流体的多孔介质饱和度的试验研究^[4], 有采用微波技术对含有饱和油和水的多孔岩石中的饱和度进行测定试验研究的情况^[5], 也有应用核磁共振成像技术测定孔隙岩石模型中轻质原油和水的饱和度的试验研究的情况^[6]; 但是, 都难以对较大尺寸模型或岩石中两相流体的饱和度分布状况同时测定, 而采用声发射技术能够测定较大尺寸模型中两相流体多孔介质的饱和度分布状况. 在国外以应力波波速作为测定参量, 在测定饱和两相流体的多孔介质饱和度的试验研究中, 由于受到试验条件的局限, 只是选择应力波波速差较大的两相流体进行试验研究, 如葡萄糖水和油、甘油和水等, 而且由于应力波波速差较大, 试验模型被测定方向的尺寸都比较小. 为此, 采用声发射技术对填充细砂并饱和油和盐水的平板模型驱替与渗吸过程中饱和度状态的变化情况进行测定试验研究.

1 试验原理与试验系统

多孔介质中的应力波波速随着饱和两相流体的饱和度变化而变化, 应用推广后的 Boits 理论能够从理论上确定应力波波速和两相流体的饱和度之间为单调关系. 测定多孔介质固体骨架的体积弹性模量和剪切弹性模量是困难的, 通过应力波波速的计算得到多孔介质中两相流体饱和度的理论值也是困难的. 目前, 解决问题的方法只能限于试验研究. 作者设计并建立的试验系统见图 1, 该系统主要由 4 个部分组成:

- (1) 二维平面有机玻璃模型, 其内腔尺寸为 $240 \text{ mm} \times 100 \text{ mm} \times 22.6 \text{ mm}$, 内腔填充目孔径为 0.63 mm 的细砂, 细砂的孔隙度为 43.2% , 渗透率为 $6.4 \times 10^{-2} \mu\text{m}^2$.
- (2) 2 台可分级调速的恒速微量泵, 分别用来注入油和水.
- (3) 用于产生声发射信号的模拟源、触发传感器和接收传感器.
- (4) 放大信号用的前置放大器, 美国 PAC 公司生产的 32 通道声发射仪和进行事后分析的微机系统.

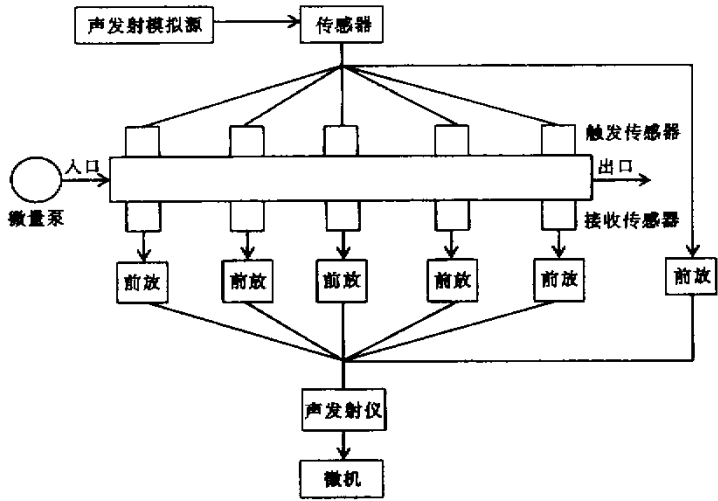


图1 试验系统

2 试验过程与结果分析

根据驱替或渗吸过程中由恒速微量泵从模型入口注入和由出口流出的油或水的量,计算出模型中油和水的平均饱和度.借助声发射信号模拟源和5个固定在模型外壁上的触发传感器发出的声发射信号,经过极短时间间隔,该声发射信号被相应5个固定在模型另一侧外壁上的接收传感器接收,再经5个相应前置放大器放大后被声发射仪采集下来,由微机系统事后分析,得到相应时刻、模型相应位置处声发射信号在相应的油、水饱和度细砂中的传播时间间隔.根据在束缚水饱和度和残余油饱和度范围内,应力波波速与油、水饱和度成正比,可计算出相应时刻和模型相应位置处油、水饱和度的数据.试验时,首先注入束缚水(驱替过程),然后进行水驱油(渗吸过程)试验,与此同时,按需要的时间间隔发出声发射信号并进行相应的采集.由微机事后分析得到原始数据,处理原始数据后,得到渗吸过程中相应时刻和模型相应位置处油、水饱和度的试验值.渗吸过程中水饱和度的试验值变化关系见图2.

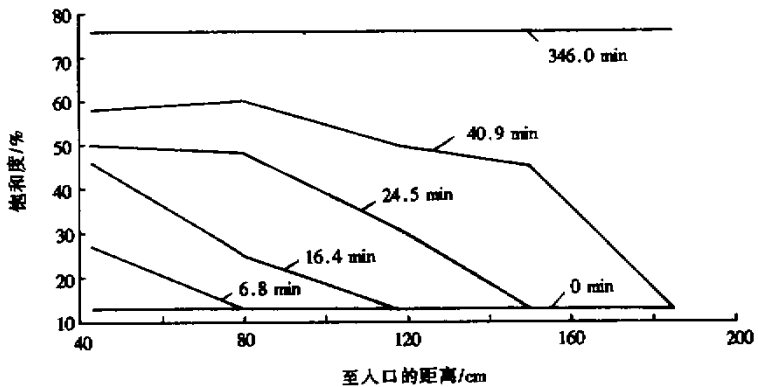


图2 渗吸过程水饱和度变化关系

从时间历程看,在渗吸过程中,模型中的水饱和度随时间增加而增加.从空间位置看,开始时,入口附近的水饱和度随着恒速微量泵注入的水量增加而增加,随着时间的增加,这种现象逐渐地向模型的中部和模型的出口附近“推进”.试验结果与实际情况是相吻合的.另外,测得目孔径为0.63 mm细砂中,完全饱和油时的应力波波速为1 041 m/s,完全饱和和质量分数为0.2%的盐水时的应力波波速为1 309 m/s,两者之差为268 m/s.声发射仪测定时间间隔的精度为 10^{-7} s,应力波波速对应的时间差为 0.84×10^{-4} s.若不考

虑模型壁厚因素,相应的时间差精度也是足够的。可见,有时需要考虑模型壁厚因素。若不考虑,认为声发射仪具有足够高采样时间精度,是试验研究能够取得成功的关键因素之一。

3 结论

(1)采用声发射技术测定饱和两相流体多孔介质中饱和度的模型试验研究是可行的。

(2)该模型试验研究的必要条件是将模型壁厚因素考虑在内,触发传感器和接收传感器之间信号传递时间间隔应大于声发射仪测定时间间隔的精度(10^{-7} s)。

参考文献:

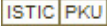
- [1] Biot M.A. Theory of propagation of elastic waves in a fluid-saturated porous soil[J]. The Journal of Acoustical Society of American, 1956, 28: 168.
- [2] Aas M, Bacri J.C, Frenois C, et al. 3-D acoustic scanner[J]. SPE 20599, 1990: 725~732.
- [3] Boyer R.L, Morgan F, Muskat M. A new method for measurement of oil saturation in cores[J]. TP in Petroleum Technology, 1947, 15: 15~33.
- [4] Soucarnianadin A, Bourlin M, Lenomand R. Ultrasonic mapping in porous media[J]. SPE 16953, 1987: 205~212.
- [5] Davis L.A. Computer-controlled measurement of laboratory areal flood saturation distribution[J]. SPE 12037, 1983: 1~8.
- [6] Blackband S, Mansfield P, Barnes J.R, et al. Discrimination of crude oil and water in sand in bore cores with NMR imaging[J]. SPE 13401, 1986: 31~34.

美国《石油文摘》2002 年计划收录的中国期刊名单

美国《石油文摘》管理部助理编辑 Pam Weaver 先生 2002 年 1 月 3 日发给中国高等学校自然科学学报研究会对外联络委员会的电子邮件,提供了 2002 年美国《石油文摘》计划收录中国(含港台)期刊 23 种。其名单如下:

英文刊名	刊名汉语拼音	中文刊名
Acta Geologica Sinica	Dizhi Xuebao	地质学报
Acta Geophysica Sinica	Diqiu Wuli Xuebao	地球物理学报
Acta Petrolei Sinica	Shiyou Xuebao	石油学报
Chemical Engineering of Oil and Gas	Shiyou Yu Tianranqi Huagong	石油与天然气化工
China Ocean Engineering	英文版	中国海洋工程(英文版)
Chinese Journal of Geochemistry	英文版	地球化学学报(英文版)
Drilling & Production Technology	Zuancai Gongyi	钻采工艺
Episodes	英文版	事件
Journal of Chengdu University of Technology	Chengdu Ligong Xueyuan Xuebao	成都理工学院学报
Journal of Daqing Petroleum Institute	Daqing Shiyou Xueyuan Xuabao	大庆石油学院学报
Journal of Jiangnan Petroleum Institute	Jiangnan Shiyou Xueyuan Xuebao	江汉石油学院学报
Journal of Southwest Petroleum Institute	Xinan Shiyou Xueyuan Xuebao	西南石油学院学报
Journal of the Geological Society of China	英文版	中国地质学会学报(台湾)
Journal of the University of Petroleum, China	Shiyou Daxue Xuebao Ziran Kexue Ban	石油大学学报(自然科学版)
Journal of Xi'an Petroleum Institute	Xi'an Shiyou Xueyuan Xuebao	西安石油学院学报
Natural Gas Industry	Tianranqi Gongye	天然气工业
Oil Drilling and Production Technology	Shiyou Zuancai Gongyi	石油钻采工艺
Oil Geophysical Prospecting	Shiyou Diqiu Wuli Kantan	石油地球物理勘探
Oilfield Chemistry	Youtian Huaxue	油田化学
Petroleum Drilling Techniques	Shiyou Zuantan Jishu	石油钻探技术
Petroleum Geology and Recovery Efficiency	Youqi Dizhi yu Caishoulu	油气地质与采收率
Petroleum Geology of Taiwan	Taiwan Shiyou Dizhi	台湾石油地质
Well Logging Technology	Cejing Jishu	测井技术

采用声发射技术测定多孔介质中油水饱和度的试验

作者: 鄂毅男, 李伟, 徐彦廷
作者单位: 大庆石油学院, 石油机械系, 黑龙江, 安达, 151400
刊名: 大庆石油学院学报 
英文刊名: JOURNAL OF DAQING PETROLEUM INSTITUTE
年, 卷(期): 2002, 26(1)
引用次数: 0次

参考文献(6条)

1. Biot M A Theory of propagation of elastic waves in a fluid-saturated porous solid 1956
2. Aas M. Bacri J C. Frenois C 3-D acoustic scanner 1990
3. Boyer R L. Morgan F. Muskat M A A new method for measurement of oil saturation in cores 1947
4. Soucemarianadin A. Bourlin M. Lenormand R Ultrasonic mapping in porous media 1987
5. Davis L A Computer-controlled measurement of laboratory areal flood saturation distributions 1983
6. Blackband S. Mansfield P. Barnes JR Discrimination of crude oil saturations in sand in bore cores with NMR imaging 1986

相似文献(0条)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_dqsyxyxb200201019.aspx

下载时间: 2010年5月27日