

力学

液体体积弹性模量与油水比关系测量实验研究

劳振花

(东营职业学院,东营 257091)

摘 要 介绍了采用超声光栅效应测量液体体积弹性模量基本原理,设计组装了实验测量装置。根据实验数据分析了液体体积弹性模量的变化规律。实验研究内容包括在同一温度时油水混合液体体积弹性模量随油水比的变化规律。实验表明:随着油水比的增大,液体的体积模量也是先增大后减小。

关键词 液体体积弹性模量 油水比 超声光栅;

中图法分类号 O348.8; **文献标志码** B

液体的体积弹性模量是描述液体性质的一个重要的物理量,是表征液体材料力学特性的一个重要参数,决定了一系列液体材料的物理性能。在汽车的液压刹车和减振系统中通过对各种液体弹性模量的研究可以选择出最优的液体作为刹车液和减振液^[1]。在等效弹性模量法识别油藏的含油水储层方面,研究不同情况下液体的弹性模量就能更准确地识别油储层的性质。国内在对液体弹性模量的测量^[2-7]做了许多研究,国外还采用了比较先进的激光技术对液体弹性模量进行研究测量^[8]。

本文通过测定液体密度和超声波在液体中的传播速度来间接测量液体的体积弹性模量。利用超声光栅来测定超声波在液体中的传播速度^[9],用密度计测量液体的密度,温度用热电偶温度计^[10]进行测量。实验根据实验原理设计了实验方案^[11]。通过相应的实验测量研究了油水比对液体体积弹性模量的影响。

1 测量液体体积弹性模量的实验数据及处理

1.1 实验数据

在温度 $t=31.2^{\circ}\text{C}$ 下液体体积弹性模理与油水

比关系的实验所测得数据记录如表1所示。

油 水 比 K	级数 k							共振 频率 f/MHz	密度 $\rho/$ ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$)
	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3		
0.00	68.88	68.56	68.25	67.95	67.65	67.29	66.98	14.870 5	1 000.0
0.11	65.31	64.96	64.59	64.30	63.96	63.68	63.32	15.582 4	1 032.3
0.20	65.86	65.48	65.12	64.81	64.44	64.13	63.68	15.719 7	1 056.1
0.33	65.01	64.64	64.32	63.98	63.57	63.25	62.92	15.989 6	1 092.4
0.50	65.17	64.81	64.44	64.13	63.81	63.41	63.04	15.724 1	1 136.3
0.67	67.28	66.86	65.51	66.21	65.83	65.42	65.11	15.263 9	1 178.6
0.80	68.92	68.43	68.05	67.70	67.28	66.82	66.44	14.999 9	1 219.8

1.2 实验数据处理

根据实验原理,在实验中所使用的光源为激光。实验中所用的激光器所发射的激光波长为635 nm,设入射光波长为 λ , $\pm K$ 级衍射条纹间距为 $2d_k$,则第 K 级衍射条纹对应的衍射角 θ_k 为

$$\theta_k = \frac{d_k}{F}$$

(1)

式(1)中 F 是测量显微镜物镜的焦距,对于本实验所用的测量显微镜, $F=50\text{ mm}$,即 $0.5\times 10^2\text{ m}$ 。由实验所测数据中的频率 f ,则根据实验原理中的式子可得透明液体中的超声波速度为

$$c = k\lambda F \frac{f}{d_k}; \quad k = 1, 2, 3, \cdots$$

(2)

通过前面的计算已算出了 c 值,实验中使用密度计直接测得了密度 ρ 。这样只要把 ρ 值和 c 值代入 $B = \rho c^2$ 即可求得液体的体积弹性模量。

1.3 测量液体的体积弹性模量实验数据处理结果

表 2 油水混合液温度 $t = 31.2^{\circ}\text{C}$ 弹性模量与油水比关系实验数据处理结果表

油水比 K /无因次	密度 ρ /($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)	超声波速度 c /($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	共振频率 f /Hz	弹性模量 $B \times 10^9$ /($\text{N} \cdot \text{m}^{-2}$)
0.00	1 000.0	1 490.963	14 870 500	2.22
0.11	1 032.3	1 476.839	15 582 400	2.25
0.20	1 056.1	1 489.852	15 719 700	2.34
0.33	1 092.4	1 457.425	15 989 600	2.32
0.50	1 136.3	1 406.310	15 724 100	2.25
0.67	1 178.6	1 339.988	15 263 900	2.12
0.80	1 219.8	1 152.210	14 999 900	1.62

通过实验数据的处理,得出了超声波在液体中传播速度,同时得出了实验所要测量的液体体积弹性模量。

2 实验结果与分析

为了研究油水比对液体体积弹性模量影响,设计了当温度不变时在 7 种不同油水比下对液体弹性模量进行测量。油水比的变化范围为 0—0.8。实验测量的同一温度时液体密度、液体中的超声波速度、液体体积弹性模量随油水比变化的关系如图 1、图 2、图 3 所示。

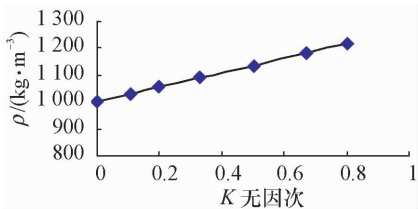


图 1 油水混合液密度与油水比关系图

由图 1 可看出,液体密度随着油水比的增大而增大,也成线性关系。实验中所用的油是甘油,甘油的密度大于水的密度,所以随着甘油含量的增加液体的密度就增大。图 2 反映了不同油水比时超声

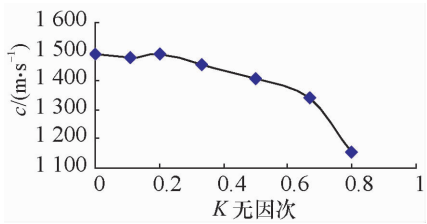


图 2 油水混合液中超声波速度与油水比关系图

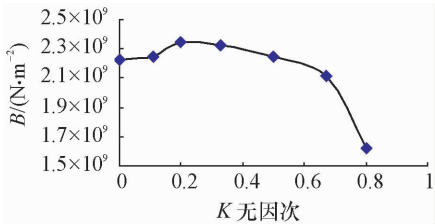


图 3 油水混合液体积弹性模量与油水比关系图

波在液体中的传播速度,超声波在液体中的传播速度与油水比的关系也接近于线性关系,只是随着油水比的增大而减小。图 3 反映出来的液体弹性模量同样是随着油水比的增大先增大后减小。这是密度和溶液结构综合作用的结果,当油水比小时,液体的密度决定着液体的体积弹性模量,所以液体的体积弹性模量在油水比小的时候随着油水比的增大而增大;当油水比大于一个值后,液体的体积弹性模量就由液体的结构和状态来决定,油水比小的时候液体成溶液状态,当油水比大到一定值时,液体成乳状液,超声波在乳状液中传播时随着油水比的增大消耗能量大,所以测量得出的液体体积弹性模量就会变小。

3 结论

根据数据处理和分析结果可以得出以下实验结论:

随着油水比的增大,液体的体积模量也是先增大后减小。液体体积弹性模量与矿化度关系曲线也近似于一条开口方向向上的抛物线,在油水比为 0.4 时也会取得一个最大液体体积弹性模量值。

本文比较系统地分析了液体弹性模量随油水比的变化规律,实验结论对等效弹性模量法识别油藏的含油水储层方面具有一定的指导意义。

参 考 文 献

1

周建伟,马清国,陈 鹰. 油液容积弹性模量对减振性能影响研究. 河北工业大学学报,2001;1(30):2—6

2

王寅观,邵良华. 盐酸体积弹性模量的超声检测研究. 同济大学学报,1995;2(23):170—174

3

王寅观,邵良华. 氨水体积弹性模量的超声检测研究. 声学学报,1996;4(21):626—630

4

王寅观,邵良华. 超声波浸出混合液浓度测定仪. 中国专利,CNP 92221405,1993-8-15

5

王寅观,邵良华. 微机化超声浓氨水浓度检测仪. 中国专利,CNP 92221405,1993-6-13

6

张凤兰. 超声场观测法测液体体变模量. 延边大学学报,2003;2(29):150—154

7

戴 玮,赵学名,马书炳. 液体体变弹性模量的测量实验及研究. 物理实验,2000;4(21):12—15

8

Lane C D. David J, H Andrew, J L. Measurement of the bulk modulus of a liquid using a pump. Probe Laser Technique, Chem Educator, 2001;6:235—237

9

黄柳宾,王 军. 物理实验教程. 东营:中国石油大学出版社,2006:101—107.

10

周开学. 工科大学物理实验. 第三版. 东营:石油大学出版社,2000:99—100

11

劳振花,姜兆波. 液体体积弹性模量与温度关系测量实验研究. 科学技术与工程,2009;9(2):386—390

Experiment Research on Measuring the Relationship between
Liquid Bulk Elastic Modulus and Ratio of Oil to Water

LAO Zhen-hua

(Dongying Vocation College, Dongying 257091, P. R. China)

[Abstract] Introduced the basic principle of the measurement of liquid bulk elastic modulus, the experimental equipment is designed and assembled. The variation law of several representative liquid bulk elastic modulus according to the experimental data is analyzed. The experiment research content includes: the variation law of the changes of liquid bulk elastic modulus according to the changes of ratio of oil to water at the same temperature. Experiments show: liquid bulk elastic modulus is increased and then decreased with the increase of ratio of oil to water.

[Key words] liquid bulk modulus of elasticity ratio of oil to water ultrasonic testing capacity

(上接第 2133 页)

Traffic Network Failure Degree Approach
Method Research Based on Bayesian Network

HUANG Jing, XU Li-qun

(Antai College of Economic & Management, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200030, P. R. China)

[Abstract] The Bayesian network in the traffic network failure degree approach is appled in a creative way. By using the method of empirical study, the traffic network failure degree approach is researched based on Bayesian network with the evaluation index of connectivity reliability. The method of the traffic network failure degree quantification is concluded based on Bayesian network by analysising the cause of traffic network failure, establishing the event tree and fault tree and then buliding the Bayesian network with the algorithm of transforming event tree and fault tree to Bayesian network. Finally, a simple example of the road network is cited, according to the above-mentioned method, establish the Bayesian network of road network failure and use the software MSNBX to simulate the different types of attacks, then got the result to prove the validity of the method that had been mentioned and given some advise to the application of bayesian network in research on large scale traffic network.

[Key words] traffic network failure fault tree Bayesian network empirical study