

测井分析家协会 第三十一届年会论文集

测井分析家协会 编

石油工业出版社

北京
C3
31

069984

P631-53
00531



测井分析家协会 第三十一届年会论文集

测井分析家协会 编

SY09/31



200402796



石油工业出版社

(京)新登字 082 号

内 容 提 要

本书共收集了测井分析家协会第三十一届年会论文 27 篇,主要介绍了成像测井技术、薄层测井技术、地球化学测井方法、声测井有关性质的实验研究以及利用地热特性评价地层的方法等。本文集具有可读性高、实用性和针对性强等特点,适合于测井、地质、采油工作者参考,也可作为大专院校有关专业的参考书。

Transactions of the SPWLA thirty-first
annual logging symposium
Volume I, II
SPWLA, 1990

测井分析家协会
第三十一届年会论文集
测井分析家协会 编

石油工业出版社出版
(北京安定门外安华里二区一号楼)
石油工业出版社印刷 排版
北京市燕山联营印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行

787×1092 毫米 16 开本 25 $\frac{3}{4}$ 印张 650 千字 印 1—1,000

1992 年 7 月北京第 1 版 1992 年 7 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5021-0699-5 / TE · 664

定价: 12.00 元

目 录

一、利用电磁模拟对双侧向测井进行有效的环境校正 (C)	(1)
二、随钻密度测量井眼尺寸影响校正的一种改进方法 (G)	(14)
三、新型井下电视仪的现场特性及其图像处理技术 (H)	(29)
四、聚焦井眼成像设备 (250kHz) 的工作特性 (I)	(44)
五、井眼成像技术中构造信息的充分利用——深碳酸盐岩储集层实例 (J)	(58)
六、应用井眼成像新方法确定地层的倾角及其走向 (K)	(76)
七、用六臂地层倾角仪在水基泥浆中确定地层倾角的改进方法 (O)	(92)
八、多相流中流体电容法含水率计新的响应方程及其应用 (S)	(112)
九、地球化学测井实践 (T)	(119)
十、粒间孔隙介质传送模型的建立 (Y)	(138)
十一、微孔隙、粗糙孔隙表面及导电矿物对电法测井饱和度计算的影响 ——扩展的阿尔奇定律 (AA)	(153)
十二、致密含气砂岩的静态模量及其与地层特性的相关关系 (BB)	(170)
十三、不完全饱和和砂岩的介电响应滞后现象: 微观流体分布的重要性 (CC)	(185)
十四、声波特性与流体微观分布关系的实验研究 (DD)	(200)
十五、饱和度对岩石机械特性影响的实验研究 (EE)	(207)
十六、薄层分辨率的提高的可行性与困难 (GG)	(226)
十七、通过对相关测井响应曲线的组合和转换增强其纵向分辨率 (HH)	(248)
十八、应用常规测井系列进行薄层分析 (II)	(263)
十九、通过分辨率对比提高测井曲线的纵向分辨率 (JJ)	(281)
二十、利用地热特性的现场测量结果进行地层评价 (KK)	(302)
二十一、根据密度、中子和电阻率测井资料确定油、气、水饱和度 (MM)	(316)
二十二、根据测井曲线、岩心分析新方法以及生产测试结果 建立泥盆纪泥岩地层评价模型 (NN)	(327)
二十三、核测井仪的一种新的刻度、井场校验和测井质量控制系统 (PP)	(342)
二十四、探测器温度对地层密度测井的影响 (RR)	(361)
二十五、利用标准实验室刻度及井眼补偿程序提高双源距中子 和密度仪纵向分辨率 (SS)	(367)
二十六、用反褶积法提高核测井仪的分辨率 (TT)	(385)
二十七、根据套管井补偿中子测井在一含油储集层中的测量结果 计算注入气饱和度 (VV)	(395)

一、利用电磁模拟对双侧向测井 进行有效的环境校正 (C)

S.F.Crary D.J.Smith

徐晓伟 译 司徒丽丽 校

摘要 目前,测井分析正面临着一个共同的问题,即精确地校正环境对各种电阻率测井的影响。这些校正的改进很大程度上依赖于正演模拟。当前,市场上买到的正演模拟软件,通过模拟特定的井场情况,用户可对其修改,从而验证环境校正程序的正确性。

同其它电阻率测井一样,侧向测井仪也受三种环境影响:井眼、围岩和侵入。在各种校正模式中,所基于的前提条件是,三种影响相互独立且同时存在。围岩对侧向测井仪的影响的校正程序还有一些附加条件,因为它不象最新的感应仪那样不存在用作校正的附加测量。这些条件已经复查,所用正演模拟可对不同几何形态所造成的不同程度的影响作出估计,并可指出那些由各种简化条件所引起的错误结果的所有可能性。

所用的有效环境校正技术包括:根据一种正演模型计算理论测井值,用常规的环境校正程序对这些结果进行处理,然后把校正过的结果与原始模型比较。在对称层这一简单情况下,我们研究内压(squeeze)情况,此时围岩比中心层的电阻更大,相反的情况是外推(antisqueeze)。结果显示了层厚从20ft到30ft的范围,其电阻率对比为10:1到1000:1(步长十进制)。我们可把这种方法扩展到取自实际井场实例的更为复杂的情况,该例说明了井眼和围岩影响与常规校正程序产生差异的原因。

引 言

ELMOD是一种用于模拟电子仪器响应的程序包。该程序包包含了在多个与井眼垂直的层和侵入带组成的地层中,用二维有限元素法模拟电子仪器的LATER程序(垂直井)。目前它可处理多达150个垂直层和9个径向层(包括井眼)。已发表了许多利用正演模拟作电导率测量^[2~4]和球形聚焦测井(SFL*)^[5]的文章。本文阐述模拟双侧向测井仪(DLL*)的应用情况。我们将着重应用LATER程序说明环境对DLL仪的影响,以及环境校正情况。下面就论述一下环境的影响因素,并对校正程序加以讨论。

DLL 测井仪的环境影响

同电测仪一样,DLL测井仪也受三种环境影响:井眼、围岩和侵入。做环境校正时,最基本的前提条件是认为这些影响是相互独立的。换言之,即井眼、围岩和侵入的影响彼此孤立并可依次对其校正。

在大多数情况下,DLL仪在目的层处所受围岩影响比较大^[7]。围岩影响是由于电流束形状的变化所引起的几何因子(K)的改变而造成的。图1为两种实际情况:

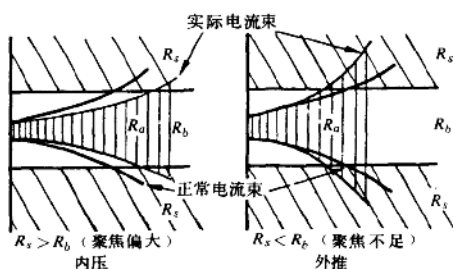


图1 K 值的变化

1) 内压 (SQUEEZE): 电流束被压进地层, 中心处电阻率比围岩电阻率低;

2) 外推 (ANTISQUEEZE): 电流向地层扩散, 中心处电阻率比围岩电阻率高。

应注意观察在不同情况下探测深度和仪器纵向响应的变化关系。

SHOLAT 简述

SHOLAT 是一种用于校正围岩对深度和浅侧向测井读数影响的程序。图 2 为该程序的流程图。由 LLD 和 LLS 确定了层界面之后, 该程序可对每层的电阻率做出预测, 并由此绘制 LLD 和 LLS 测井曲线。所测结果应与实际测井资料比较, 并调整相应模型, 直到两者达到最佳匹配为止。当用 LATER 程序模拟码计算每次迭代的 LLD 和 LLS 时, 计算机对此是非常敏感的。因此, 本程序用重叠原理重新绘制 LLD 和 LLS 曲线。重叠原理的说明见图 3, 假设两个伪台阶剖面近似为相应层的响应。使用 LATER 程序, 可对各种不同的 R_i/R_m 和 R_s/R_i 的比值模拟出相应厚的地层, 这样, 每一个伪台阶剖面的数据库就可建立起来。

SHOLAT 程序可输出:

- 1) 标准化测井曲线——经过井眼校正的输入测井曲线;
- 2) 矩形测井曲线——SHOLAT 电阻率模型;
- 3) 重新绘制的测井曲线——根据矩形测井曲线模拟测井响应;
- 4) 校正过的测井曲线——原始测井值 $\times$ 校正因数 (校正因数 = $\frac{\text{地层电阻率}}{\text{模型电阻率}}$)。

重新绘制的测井曲线值

图 4 为一组输出曲线。尽管我们把由 SHOLAT 得出的真实响应 (answer) 作为矩形测井曲线, 但通常使用校正过的测井曲线, 这是因为它具有人所共知的响应特征。

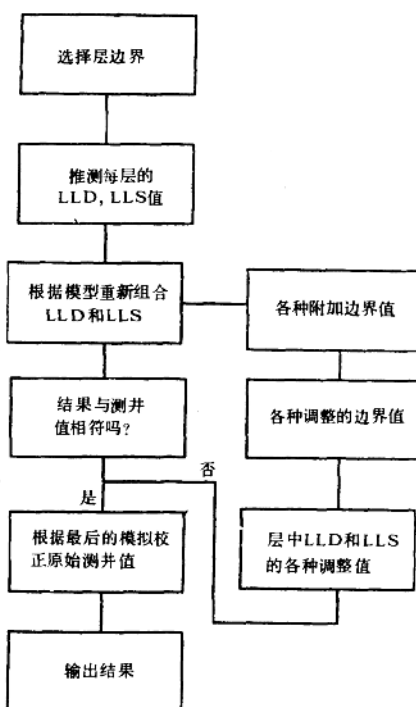


图2 SHOLAT 流程图

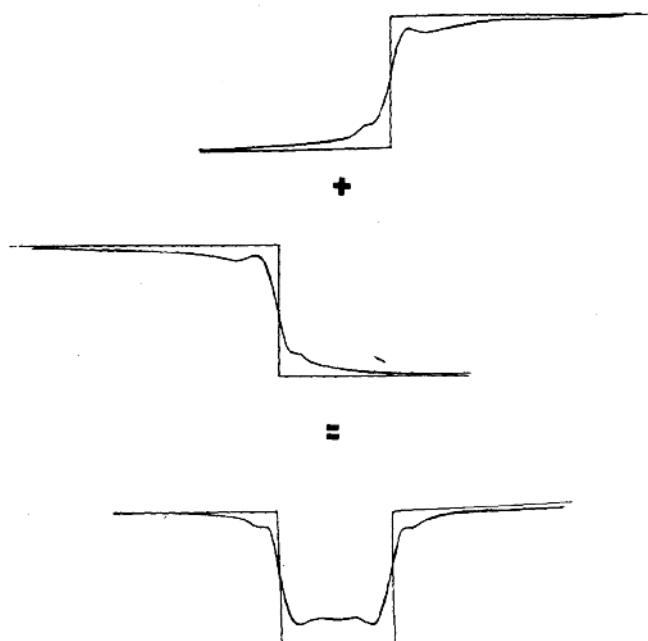


图3 重叠原理

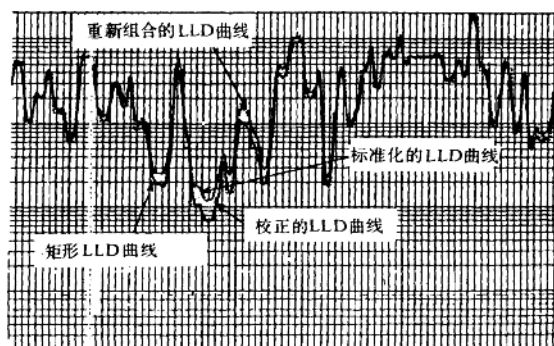


图4 SHOLAT 程序输出曲线

围岩影响的模拟

下面将用 LATER 程序对地层模型绘出一条合成的 LLD 和 LLS 曲线。然后，把所有的测井曲线作为环境校正的输出值，并与原始地层模拟比较。图 5~9 为 30ft、20ft、10ft、

5ft 和 2ft[●] 厚的单—地层的实验结果。对于每一个层, 左边都是模拟的 R_t 和 LATER 结果, 而右边是经过井眼和围岩校正 (用 PRELDL 和 SHOLAT 程序) 的成果曲线。每例都是包含了内压和外推情况下, $R_{\text{围岩}}$ 和 $R_{\text{地层}}$ 比值分别为 1:10、1:100 和 1:1000 时的相互对比。图 10 为泥浆电阻率从 $0.03\Omega \cdot \text{m}$ (图顶) 变到 $1\Omega \cdot \text{m}$ (图底), 层厚为 16ft, 比值为 1:100 时内压的情形。

根据 DLL 仪器响应, 由图的左边可得出:

1) 当比值大时, 即使在地层比较厚 (30ft) 的情况下, LLS 所受的围岩影响也比较大;

2) 在内压情况下, 所受的围岩影响要比外推情况下大得多;

3) 在 LLS 测井中, 层厚大于 10ft 时, 很少或几乎没有围岩影响。

根据 DLL 的环境校正情况, 从这些图的右边我们也可得出:

1) 对层厚低至 5ft 的简单情况, 运行 SHOLAT 程序, 所得结果也是比较喜人的。其实这毫不奇怪, 因为它们正好与 SHOLAT 的数据库相匹配。当层厚小于 20ft 时, 在比值比较大的 (1:100) 情况下, 各围岩段曲线出现凸起。

2) 在淡水泥浆中 ($R_m=0.5\Omega \cdot \text{m}$), 在高反差 (1:100) 时, 应首先把出现的问题做精确地校正。

因此, 这种模拟方法可在受环境影响比较严重的情况下对其识别, 如有可能还可验证之。

模拟复杂层

迄今为止, 我们仅限于简单的模型。图 11 是加拿大一很典型的复杂层的实例。我们的目的是在井眼中精确地确定层序中的 R_t 。图 11 左边是 R_t 模拟及其模拟结果; 右边是同 SHOLAT 作对比的 R_t 值。总的来说, 这些结果还是比较理想的。在某些内压情况下, SHOLAT 程序校正的电阻率稍偏大; 在外推情况下, 4900ft 处的电阻率校正不够 (围岩厚小于 5ft)。最使人感兴趣的是 5000ft 处的台阶。即然 SHOLAT 采用了适用于不同厚度层的伪台阶剖面, 那么, 在实际台阶中就可能出现一些问题, 而事实上什么也未发生。

图 12 是 $R_m=0.361\Omega \cdot \text{m}$ 的同一例。遗憾的是, 在组合的淡水泥浆中, 对于内压和外推两种复杂地层所模拟的结果的真实性缺乏强有力的证据, 这似乎说明相量感应仪更适于应用。

结论和建议

已经证明, ELMOD 是一种适应于模拟环境对电阻率测量仪器影响的程序。

DLL 模拟应用的说明如下:

1) 编制有效的预解释程序, 并说明在不同情况下环境校正的重要性;

2) 由于能模拟感应、侧向和球形聚焦测井, 这为在复杂的、不明确的情况下选择一合适的电阻率仪进行测井提供了一种方法。

[●] 1ft=0.3048m, lin=0.0254m, 下同。

我们也要说明，为了得到正确的 R_t ，必须对围岩进行校正，特别是对高反差的内压情况。

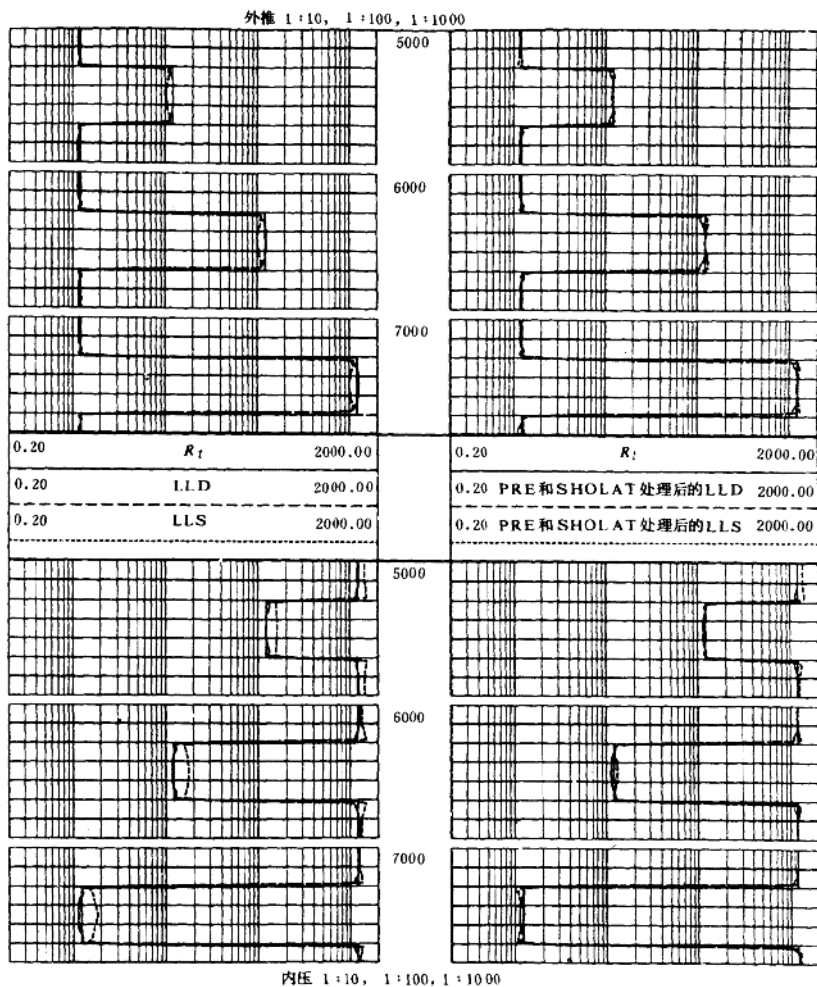


图5 $R_m=0.05$ 、层厚 30ft、井径为 8in

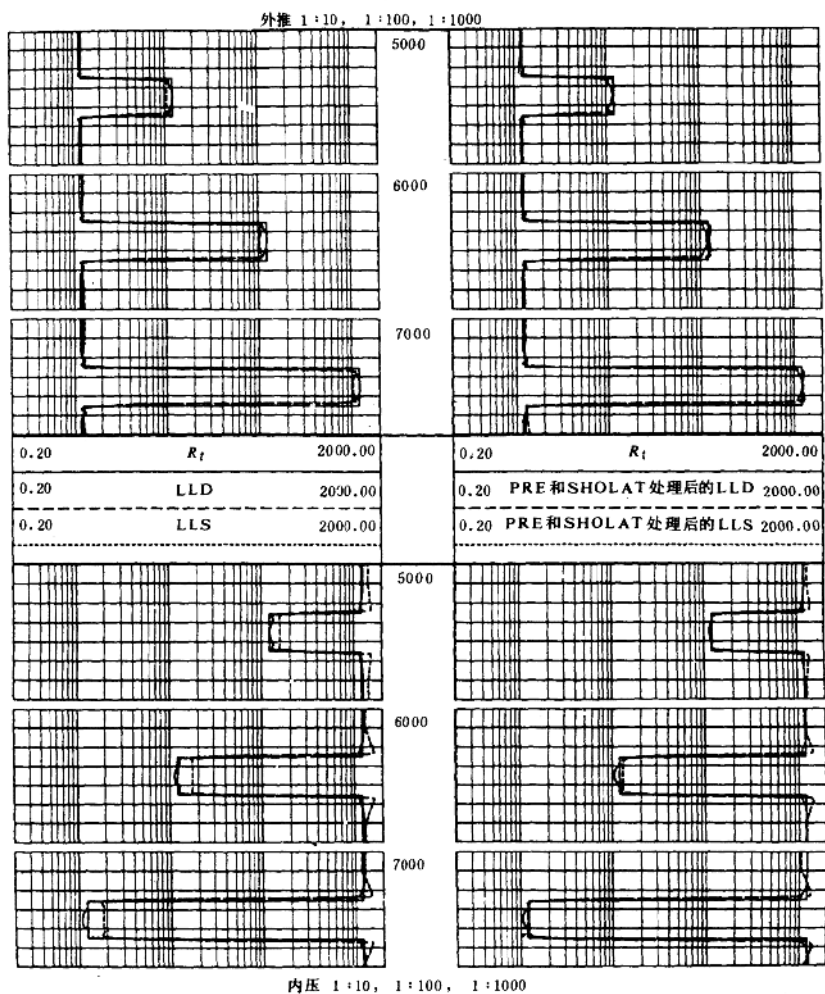


图6 $R_m=0.05$, 层厚 20ft, 井径为 8in

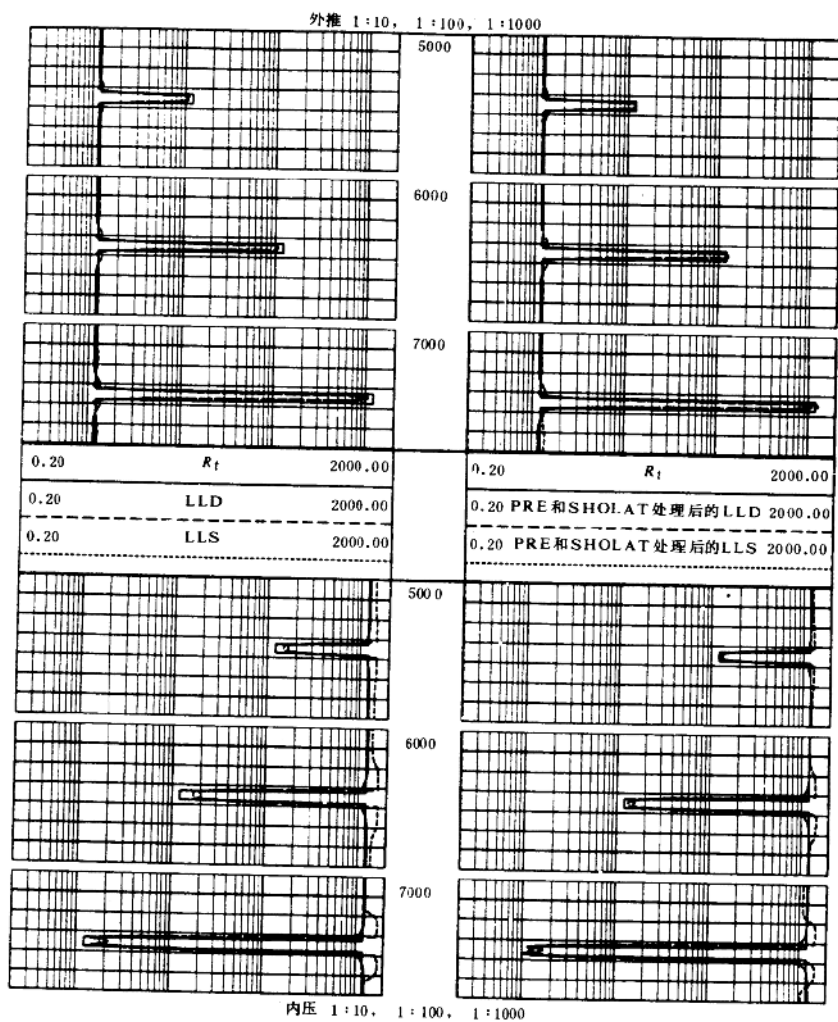


图 8 $R_m=0.05$, 层厚 5ft, 井径为 8in

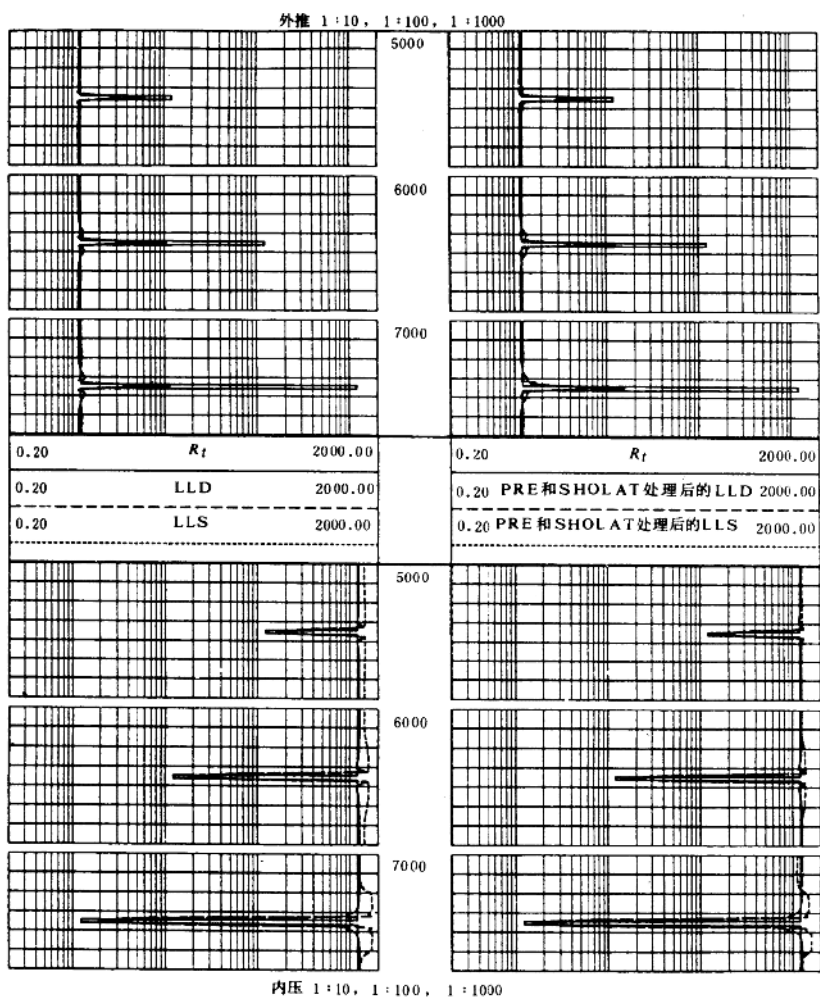


图9 $R_m=0.05$, 层厚 2ft, 井径为 8in

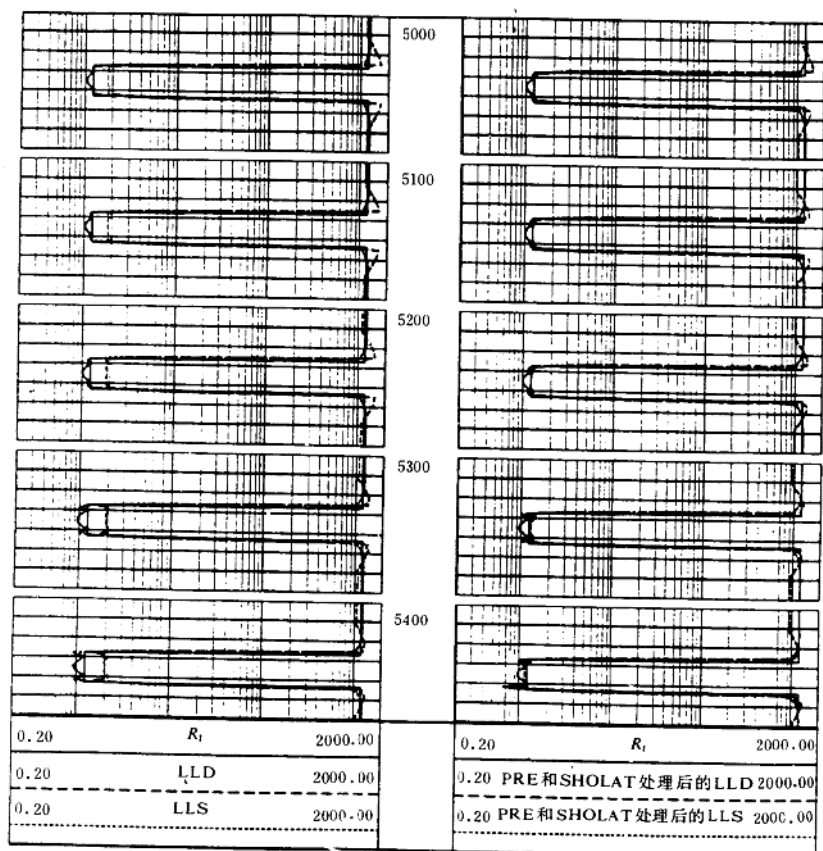


图 10 层厚 16ft, 井径为 8in, 1 : 1000 的内压情况 ($R_m = 0.03, 0.05, 0.1, 0.5, 1.0$)

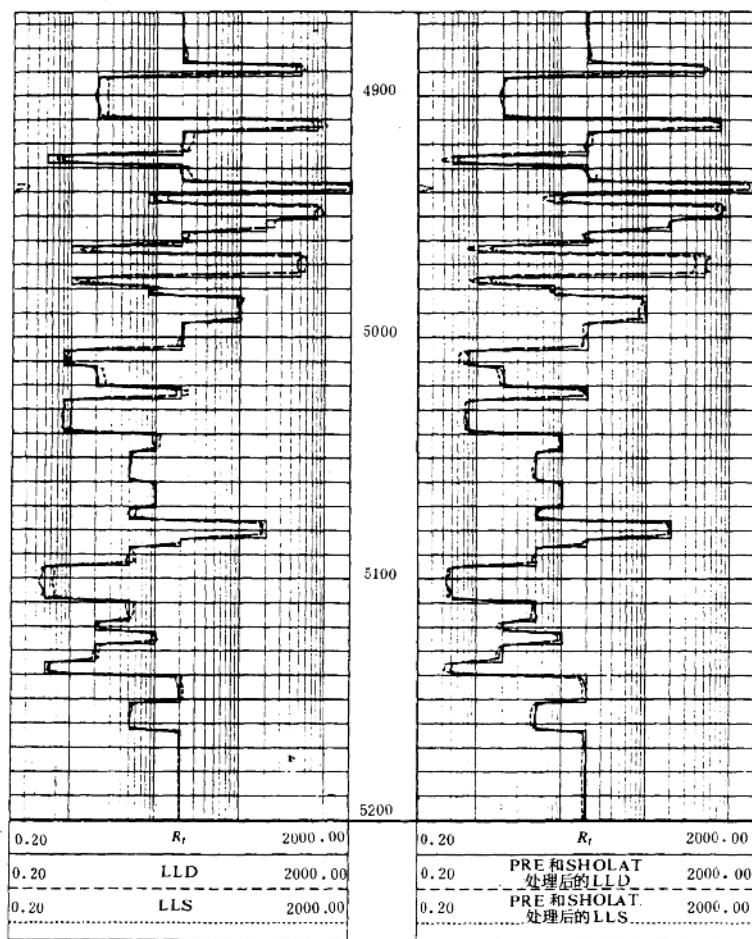


图 11 当 $R_m=0.05$, 井径为 8in 时加拿大的复杂实例

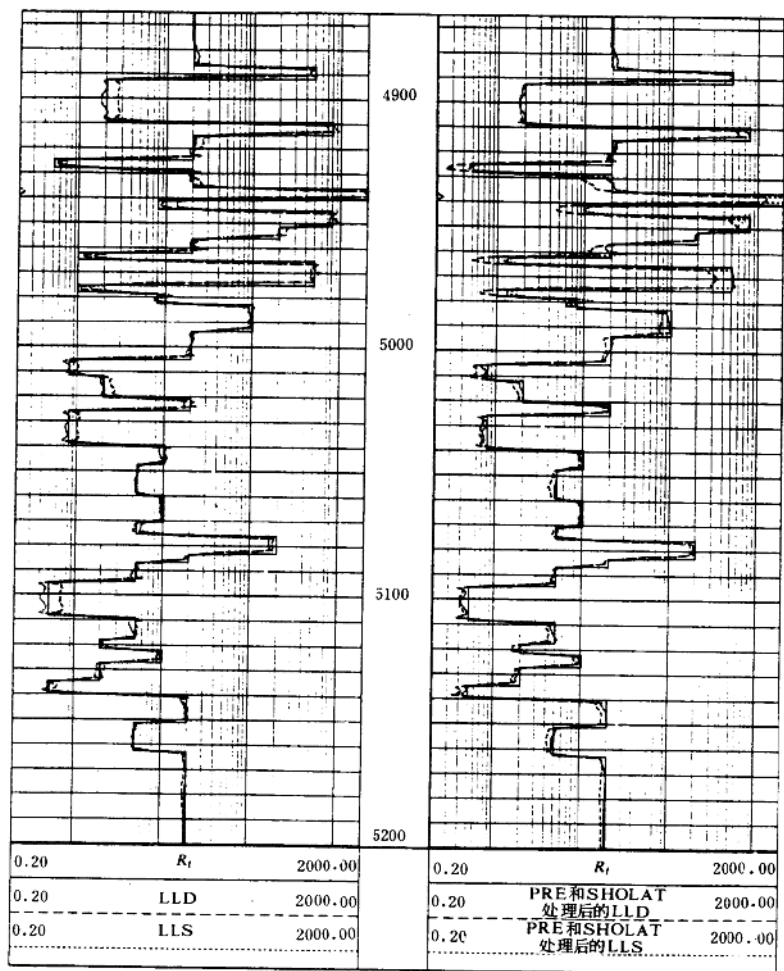


图 12 当 $R_m = 0.361 \Omega \cdot m$ 、井径为 8in 时加拿大的复杂实例

参 考 文 献

1. Anderson B., Barber T., Singer J. and Broussard T., "ELMOD - Putting Electromagnetic Modeling to Work to Improve Resistivity Log Interpretation", SPWLA Trans., 30th Annual Logging Symposium, June 11-14, 1989, Paper M.
2. Anderson B., "The analysis of Some Unsolved Induction Interpretation problems Using Computer Modeling", The Log Analyst, V. 27, No. 5, (1986) pp. 60-73.
3. Anderson B., Barber T., "Strange Induction Logs-A Catalog of Environmental Effects", The Log Analyst, V.29, No. 4, (1988), pp. 229-243
4. Singer J. and Barber T., "The Effect of the Transition Zone on the response of Induction Logs", SPWLA Trans., 29th Annual Logging Symposium June 5-8, Paper L.
5. Anderson and Chew, W.C., "SFL Interpretation Using High Speed Synthetic Compute Generated Logs", SPWLA Trans., 26th Annual Logging Symposium, June 17-20, (1985), Paper K.
6. "Log Interpretation Charts", Schlumberger Educational Services, Houston, 1989.
7. Cannon D.E. and Rossmiller J.W., "Oil Saturation Evaluation for EOR in a Carbonate", SPE 13288, 59th Annual Technical Conference September 16-19, 1984.