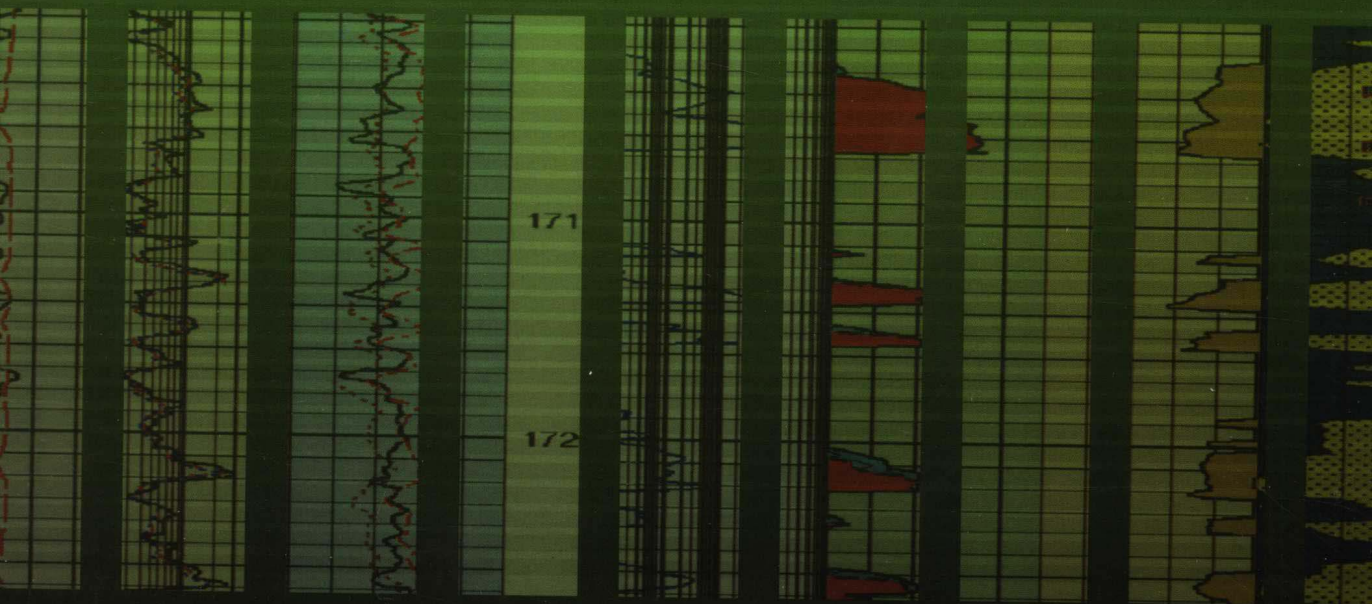


陆大卫 姚声贤 主编



中国石油学会 第十五届测井年会论文集



石油工业出版社

中国石油学会 第十五届测井年会论文集

陆大卫 姚声贤 主编

石油工业出版社

内 容 提 要

本论文集共收录论文 40 篇, 内容涉及岩石物理性质的基础研究、测井处理解释方法探讨、天然气测井解释实例分析、复杂岩性天然气藏测井评价方法的选取等。

本论文集可供石油勘探专业技术人员及高等院校相关专业师生参考和使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

中国石油学会第十五届测井年会论文集/陆大卫, 姚声贤主编.
北京: 石油工业出版社, 2007. 12

ISBN 978 - 7 - 5021 - 6339 - 6

I. 中…

II. ①陆…②姚…

III. 油气测井 - 学术会议 - 文集

IV. TE151 - 53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 177560 号

出版发行: 石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址: www.petropub.com.cn

发行部: (010) 64210392

经 销: 全国新华书店

印 刷: 河北天普润印刷厂

2007 年 12 月第 1 版 2007 年 12 月第 1 次印刷

787 × 1092 毫米 开本: 1/16 印张: 18.25

字数: 459 千字 印数: 1—1500 册

定价: 65.00 元

(如出现印装质量问题, 我社发行部负责调换)

版权所有, 翻印必究

中国石油学会
第十五届测井年会论文集
编 委 会

主编 陆大卫 姚声贤

编委 (以姓氏笔划为序)

王 环 宁从前 刘士安 齐宝权 张 筠
李 宁 李国欣 李宝同 周灿灿 聂坤昆

前 言

经中国石油学会批准，中国石油学会石油测井专业委员会第十五届测井年会于2007年6月4—7日在重庆市召开。会议由中国石油学会测井专业委员会主办，四川石油管理局测井公司承办。来自全国各测井公司、石油高校、科研院所等53家单位的155名代表参加了会议。

近年来，随着塔里木盆地、鄂尔多斯盆地、四川盆地、松辽盆地、南海莺琼盆地和东海盆地等一批大型天然气田相继发现，以及国家“西气东输”工程的顺利实施，我国天然气工业的发展进入了一个新的阶段。与国外大气田相比，我国天然气田规模相对较小且地域分散，气田地质条件复杂，多为低孔隙度低渗透率储层，非均质性严重，在勘探开发过程中遇到诸多难题。测井技术在解决这些难题和发现大气田过程中发挥了重要作用。本届年会的主题是天然气测井评价技术，目的是推动我国天然气事业的发展。

会议共收到论文59篇，大会交流34篇，评选出优秀论文11篇，另有6篇张贴论文参与会议交流。交流的内容涉及岩石物理性质的基础研究、测井处理解释方法探讨、天然气测井解释实例分析、复杂岩性天然气藏测井评价方法的选取等。现将参加会议的40篇论文编撰成集，供广大测井工作人员参考借鉴。

本届年会的成功召开和论文集的出版得到了四川石油管理局测井公司的大力支持与资助，在此谨表诚挚的谢意。

中国石油学会测井专业委员会

2007年11月12日

目 录

非均质火山岩气层测井解释理论、方法与实践	李 宁 乔德新 等 (1)
煤层气测井解释评价技术	刘 蔚 杨 林 等 (10)
基于岩石物理性质的疑难气层识别测井新方法研究	令狐松 杨双定 等 (16)
榆林气田上古生界地层岩性识别及含气性评价	冯春珍 林伟川 等 (23)
川东北海相碳酸盐岩储层含水饱和度计算方法研究	朱留方 李淑荣 等 (36)
气体介质钻井条件下电法测井适应性与应用实例分析	高 杰 张树东 等 (44)
用测井压力资料确定和预测气水界面方法探讨	陈育勤 华永川 等 (52)
大牛地气田储层测井参数与无阻流量关系研究	张松扬 秦绪英 等 (57)
水平气井生产测井解释模型研究	郭海敏 王 恺 等 (64)
核磁共振测井储层评价技术研究及在玛河气田勘探中的应用	罗兴平 孙中春 等 (70)
深层天然气常规测井资料响应特征及识别方法研究	邵才瑞 张福明 等 (76)
提高中子—密度判别气层灵敏度研究	岳爱忠 (85)
薄层校正柴达木盆地东部第四系生物气藏薄储层评价中的应用	马建海 刘知国 等 (92)
油藏监测仪识别气液界面的应用	王 峰 姚建华 等 (98)
MDT 在火山岩地层的应用	张大伟 吴洁晖 等 (104)
测井新技术在复杂岩性气藏勘探中的应用	修立军 白玉玲 等 (110)
老井套管内中子测井识别浅层气层	马全华 李铁军 等 (119)
测井新技术在辽河油田海上天然气勘探中的应用	邱辉丽 韩志明 等 (126)
不同粒度碎屑岩测井识别方法及气层识别应用	罗 利 胡振平等 (133)
高分辨率阵列感应测井在广安地区气水识别中的应用	周政英 齐宝权 等 (139)
FMI 成像测井在川东北部飞仙关组鲕滩储层评价中的应用	谢 冰 金 燕 等 (146)
补偿中子测井在苏丹油田 6B 区块识别气层中的应用	林纯增 李广轩 等 (155)
东营凹陷北部陡坡带砂砾岩体天然气测井评价方法	董经利 张晋言 (165)
测井资料在东濮凹陷深层气藏评价中的应用	田素月 孙灵芬 等 (172)
致密碎屑岩裂缝及储层评价	葛 祥 张 筠 等 (180)

声波时差与含水饱和度关系实验研究·····	李光军	刘正锋 等	(186)
鄂西渝东地区碳酸盐岩储层测井综合评价·····	袁明前	范松之 等	(192)
四川盆地包一界地区上三叠统须家河组砂岩储层岩石物理性质 ·····	毛志强	周维娜 等	(199)
低孔低渗储层岩石的双孔介质导电模型研究·····	邓少贵	李国欣 等	(205)
多极子声波测井在低孔低渗气层中的数值研究·····	陈雪莲	邓少贵 等	(212)
利用 PNN 测井资料确定含气饱和度的蒙特卡罗模拟方法研究 ·····	张 锋	王新光	(218)
高分辨率井壁侧向电阻率测井方法理论研究与现场测井资料评价 ·····	陈国华	刘 江 等	(225)
FCT 研究进展及应用 ·····	周明高	刘书民 等	(230)
利用测井资料评价苏里格气田苏 20 区块气层产能 ·····	邵维志	王志勇 等	(236)
常规及成像测井资料在识别火成岩气层中的应用·····	郑福先	邢艳娟 等	(243)
渗透率各向异性对电缆地层测试测压数据的影响·····	孙中春	罗兴平 等	(250)
图像合成技术在成像测井资料处理软件开发中的应用 ·····		赵中明	(254)
滨浅湖相滩坝砂岩储层测井识别、评价技术 ·····		吴海燕	(262)
LEAP600 测井资料在碳酸盐岩裂缝评价中的综合应用研究 ·····	范乐元	李英波	(269)
高频感应等参数测深仪的分析及改进方案 ·····		卢 达	(276)

非均质火山岩气层测井解释理论、方法与实践

李 宁¹ 乔德新¹ 武宏亮¹ 冯庆付¹
李庆峰² 董丽欣² 付有升²

1. 中国石油勘探开发研究院; 2. 大庆石油管理局钻探集团测井公司

摘要: 本文针对火山岩气层测井评价这一全新课题, 以大庆徐家围子深层火山岩气藏为研究靶区, 从火山岩岩性识别、非均质定量解释模型建立、火山岩裂缝孔隙度定量计算和火山岩储层流体性质判别等几方面提出了新的理论、方法和处理流程, 并形成了自主知识产权的软件模块集成在 CifSun 平台上。结合 52 口井实际资料的处理, 给出了大庆油田深层火山岩气层评价的实际应用效果。

关键词: 火山岩; 裂缝孔隙度; CifSun

一、引言

随着岩性油气藏勘探的不断深入, 特别是以松辽盆地深层火山岩储层为代表的天然气大气藏的发现, 使得火山岩天然气储层测井评价已经成为各方关注的热点。火山岩储层是一种裂缝——溶蚀孔洞双孔隙介质非均质储层, 它埋藏较深, 岩石类型多样, 岩性复杂 (有流纹岩、流纹质角砾熔岩、火山角砾岩、火山角砾熔岩、流纹质凝灰熔岩等)。从成分上看, 从基性的玄武岩、中性的安山岩到酸性的流纹岩均见产气层。从结构上看, 既有熔岩类, 也有火山碎屑岩类。孔隙结构除原生孔隙型外, 还有次生孔隙和裂缝, 且以低孔、低渗为特点。因此, 火山岩测井解释面临六大难题: 如何准确识别火山岩岩性? 如何建立非均质火山岩定量解释模型? 如何使非均质火山岩岩心实验更接近实际? 如何量化求准火山岩裂缝参数?

如何判别火山岩储层流体性质?

本文针对上述火山岩解释难点, 研究提出了完整的火山岩处理解释流程: 岩性识别→基质孔隙度定量计算→流体性质识别→饱和度定量计算。主要内容包括: (1) 提出了完整的非均质复杂岩性储层孔隙度、饱和度精确定量计算的基础理论和实用模型, 建立了复杂火山岩储层解释的核心框架; (2) 提出了以先进的化学元素测井 ECS 和电成像测井相结合的三维岩性识别新方法, 找到了准确识别火山岩储层岩性的一种可行途径; (3) 在微裂缝模拟井定量研究基础上, 建立了复杂岩性储层的双重孔隙空间裂缝参数定量计算方法, 进而给出了一种较为实用的非均质裂缝孔隙度定量计算方法; (4) 以高温高压全直径岩心实验为基础, 利用数值岩心模拟实验手段确定裂缝对饱和度计算的影响, 提出了同时考虑基质和裂缝条件下的含水饱和度定量计算方法。

二、岩性识别

岩性复杂是火山岩评价的最大难点之一。我们在火山岩岩性识别过程中用到了 ECS 和

FMI 成像资料。

ECS (Elemental Capture Spectroscopy) 是斯伦贝谢元素俘获谱测井的简称^[1]。该仪器利用快中子与地层中的原子核发生非弹性散射碰撞及热中子俘获的原理, 通过解谱和氧化物闭合模型得到地层中主要造岩元素 Si、Ca、Fe、Al、S、Ti、Cr 和 Gd 的相对百分含量^[2], 利用实验室建立的地层元素和岩石矿物含量分析程序 MINCAP (Mineralogy and Chemistry Analysis Program) 建立 SpectroLith 模型 (针对沉积岩), 实现元素与矿物百分含量之间的转换, 再利用岩石核物理参数模型化算法 SNUPAR (Schlumberger Nuclear Parameter Modeling Code) 得到岩石的各种核参数, 如密度骨架、中子骨架、岩石俘获截面等。ECS 为非均质火山岩储层测井综合评价提供了有力的手段。

我们对大庆油田深层 15 口有 ECS 资料的井进行了分析, 并对各种成分火山岩岩性出现的频率进行了统计, 结果发现出现频率较高的基本岩性大致有 7 类, 即玄武岩、粗安岩、英安岩、流纹岩、流纹质凝灰熔岩、流纹质角砾熔岩和火山角砾岩, 如表 1 所示。

表 1 大庆深层火山岩主要岩性类别

成因大类	成分结构大类		基本类型
火山熔岩	熔岩结构	基性	玄武岩
		中性	粗安岩
		中酸性	英安岩
		酸性	流纹岩
	熔结结构	酸性	流纹质凝灰熔岩 流纹质角砾熔岩
火山碎屑岩	火山碎屑结构	酸性	火山角砾岩

根据目前国际通用的火成岩 TAS (Total Alkali Silica) 分类法, 依据 SiO_2 的含量可将火山岩分为超基性、基性、中性和酸性四大类。我们将上面 ECS 资料分析得到的样本点投影到 TAS 图版上, 得到如图 1 所示的分布。

分析图 1 不难发现, 基性的玄武岩、中性的粗安岩在 TAS 图上有明显的分界, 很容易识别。但酸性大类中的流纹岩、流纹质凝灰熔岩、熔结凝灰岩和火山角砾岩的点子在 TAS

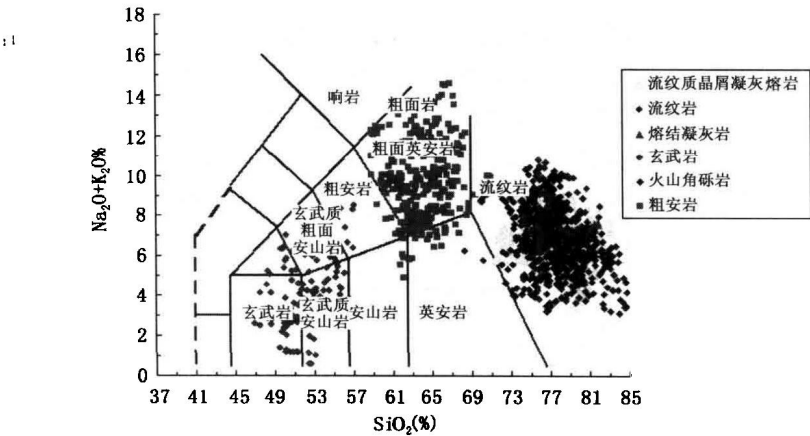


图 1 不同岩性样本点在 TAS 图版上的分布

图上却相互重叠，无法细分。而酸性大类中的流纹岩又是大庆油田深层的主要产气储层，故必须加以识别与区分。

我们注意到，火山岩岩性细分可以以结构命名，如火山角砾岩，即具有角砾结构的火山岩。识别岩石结构特征最好的方法是通过成像测井。在实际工作中，我们从 FMI 电成像测井图上截取了几百个典型火山岩结构图片，形成结构图像数据库。其中，最典型的 4 个结构如图 2 所示。

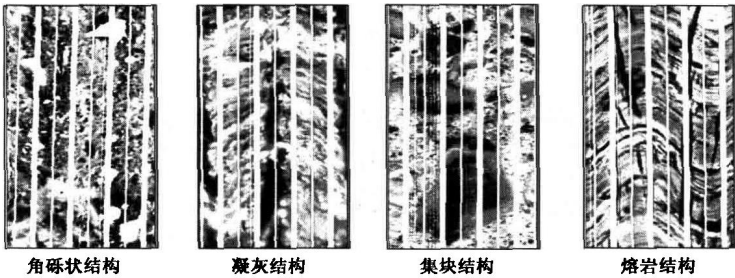


图 2 典型的 4 个火山岩结构图像

这样我们就形成了利用 ECS 资料和 FMI 图像识别火山岩岩性的新方法，可以用下式形象表达：

$$\text{ECS 组分} + \text{FMI 成像结构} = \text{火山岩岩性}$$

利用这一方法识别火山角砾岩的过程如图 3 所示。首先通过 ECS 资料判断出酸性大类，其次再从 FMI 图像上识别出角砾状结构，最后综合定名为火山角砾岩。

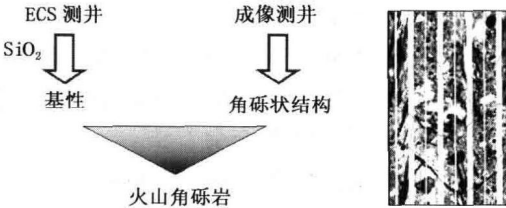


图 3 利用 ECS 和 FMI 图像识别火山角砾岩的过程

显然这一方法可以将重叠在 TAS 图上酸性大类中的流纹岩、流纹质凝灰岩、熔结凝灰岩和火山角砾岩很容易地细分开，从而解决了从酸性大类中准确识别流纹岩储层的难题。

图 4 是将这一方法形成处理软件模块集成在 CifSun 平台上的一个处理实例。右数第 1

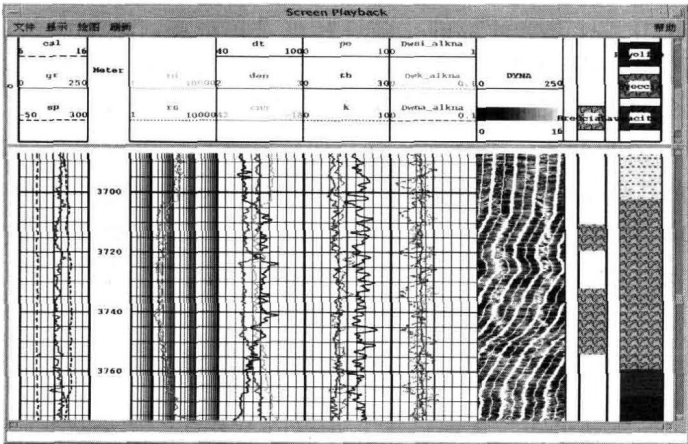


图 4 CifSun 平台岩性识别结果

道是处理结果，第2道是岩心分析结果，二者对流纹质角砾熔岩的判断结果是一致的。

三、基质孔隙度计算

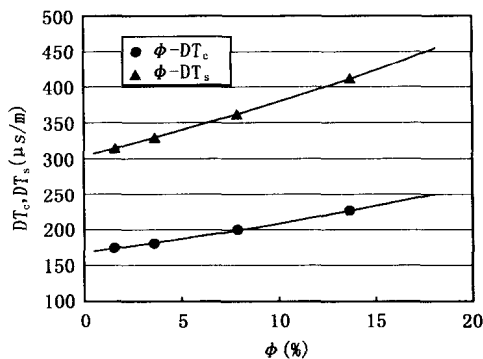


图5 流纹岩 $\phi-DT$ 关系实验结果

在计算大庆油田深层火山岩储层的基质孔隙度时，我们对比分析了三种不同方法的适用性。

2004年，我们对取自大庆油田5口深层气井的8块流纹岩全直径岩心样品（孔隙度从最小1.32%到最大15.23%）在高温高压地层环境下测得的声波实验数据进行了分析^[3]，分别得到了如图5所示的孔隙度—纵波时差（ $\phi-DT_c$ ）和孔隙度—横波时差（ $\phi-DT_s$ ）关系：

$$\text{纵波: } DT_c = 167e^{0.022\phi} \quad (1)$$

$$\text{横波: } DT_s = 304e^{0.022\phi} \quad (2)$$

在一般情况下，式（1）可写为：

$$DT = DT_{ma}e^{0.022\phi} \quad (3)$$

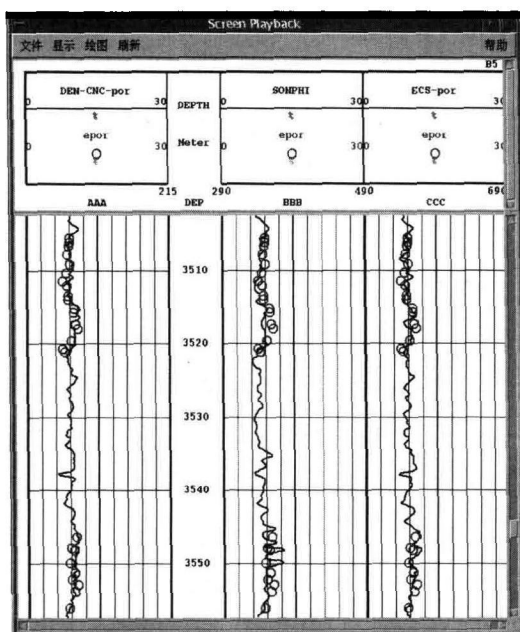
在实际计算中我们采用式（3），根据 ECS + FMI 判别的岩性给 DT_{ma} 赋值。

我们还采用中子—密度交会方法计算基质孔隙度。由于火山岩岩性变化大，故如何确定岩石中子、密度骨架参数是一个必须考虑的问题。我们利用大庆油田深层138个全岩分析点，对比采用两种中子—密度交会方法进行孔隙度的计算的差异，即：（1）利用 ECS 资料计算出的连续地层骨架参数，采用中子—密度交会方法；（2）利用统计分析确定的骨架参数，也采用中子—密度交会方法。

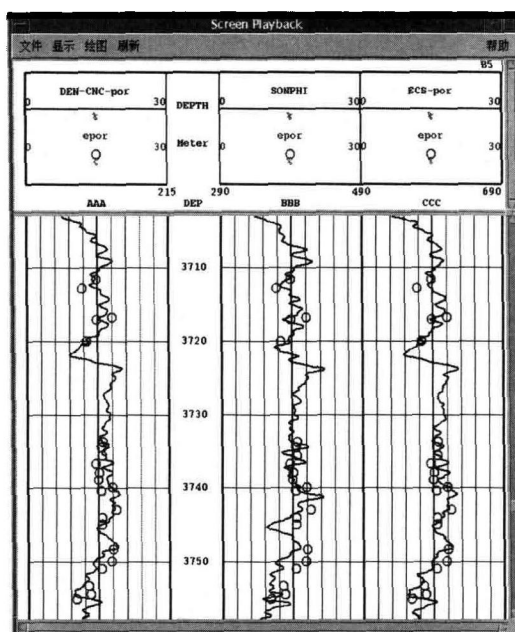
图6为大庆油田深层两口井取心井段用声波公式[式（3）]（中间道）、岩性变骨架方法计算的中子—密度交会孔隙度（左边道）和用 ECS 确定的连续变化的骨架参数计算的中子—密度交会孔隙度（右边道）。图中曲线为计算孔隙度，圆圈为岩心分析孔隙度。图6（a）井段岩性为流纹质凝灰岩，孔隙度范围从6%~12%，从图中可以看出，用三种方法计算的孔隙度和岩心分析的结果吻合很好，其孔隙度绝对误差分别为1.2%、1.18%和1.1%。说明对于流纹岩类，利用三种方法计算的孔隙度精度都比较高，都能满足油田勘探生产的需要。图6（b）井段岩性为流纹质火山角砾岩及灰白色流纹质角砾熔岩。孔隙度变化范围比较大，从12%~18%之间。其用三种方法计算的孔隙度和岩心分析对比，平均绝对误差分别为1.58%、1.42%和1.46%。综合这两口井的计算结果，可以得到以下两点认识：（1）利用声波公式计算的孔隙度有时虽然偏大，但由于公式简单，待定参数只有1个，故其适用性更强，特别是在取心资料不足的新区可直接试用；（2）岩性变骨架方法计算的中子—密度交会孔隙度与用 ECS 确定的连续变化的骨架参数计算的中子—密度交会孔隙度效果相当。

四、流体性质识别

我们发现，对大庆油田深层火山岩流体性质的识别可采用图7所示的通用图板。图板的横坐标只要是三孔隙度的函数、纵坐标是电阻增大率和地层因素的函数即可。图中直线 $y =$



(a)



(b)

图6 三种不同方法计算孔隙度结果的对比

$kx + b$ 确定气层与气水同层的分界，即位于该线以上的点为气层，以下的点为气水同层。但表示气水同层与纯水层的分界线 $y = k_1x + b$ 的确定十分困难，目前尚未解决。该图版应用于大庆油田深层 27 口井，解释符合率为 89.7%。

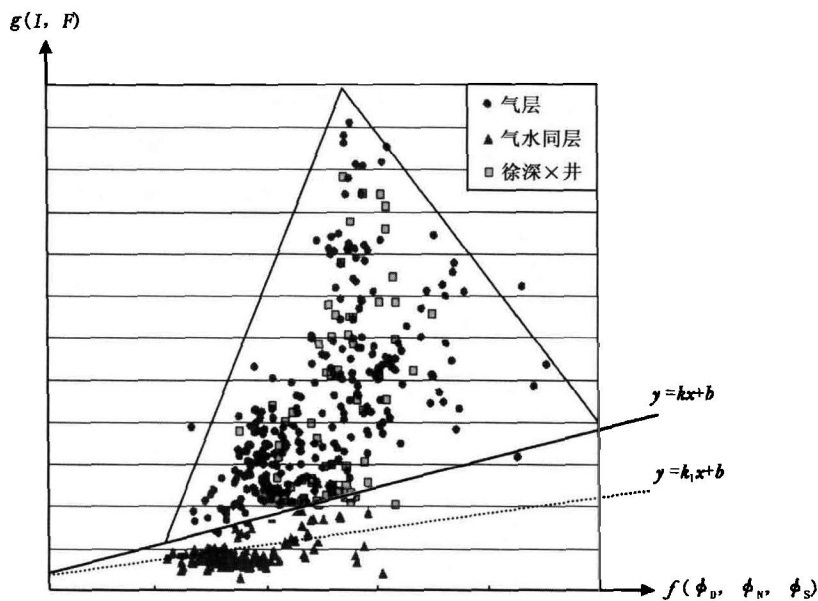


图7 火山岩流体性质识别图板

五、基质饱和度计算

在文献 [4] 中我们指出, 非均质各向异性情况下, S_w-I 关系的一般形式可由式 (4) 给出:

$$I = \sum_{i=1}^n \left(\frac{P_i}{\sum_{k=1}^n h_{ik} S_w^{\theta_{ik}}} \right)$$

$$= \frac{P_1}{h_{11} S_w^{\theta_{11}} + h_{12} S_w^{\theta_{12}} + \cdots + h_{1l_1} S_w^{\theta_{1l_1}}} + \frac{P_2}{h_{21} S_w^{\theta_{21}} + h_{22} S_w^{\theta_{22}} + \cdots + h_{2l_2} S_w^{\theta_{2l_2}}} + \cdots + \frac{P_n}{h_{n1} S_w^{\theta_{n1}} + h_{n2} S_w^{\theta_{n2}} + \cdots + h_{nl_n} S_w^{\theta_{nl_n}}} \quad (4)$$

其系数矩阵

$$p = [p_i]_{n \times 1} = \begin{bmatrix} p_1 \\ p_2 \\ \vdots \\ p_n \end{bmatrix} \quad h = [h_{ik}]_{n \times l} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & \cdots \\ h_{21} & h_{22} & \cdots \\ \vdots & \vdots & \ddots \\ h_{n1} & h_{n2} & \cdots \end{bmatrix} \quad \theta = [\theta_{ik}]_{n \times l} = \begin{bmatrix} \theta_{11} & \theta_{12} & \cdots \\ \theta_{21} & \theta_{22} & \cdots \\ \vdots & \vdots & \ddots \\ \theta_{n1} & \theta_{n2} & \cdots \end{bmatrix}$$

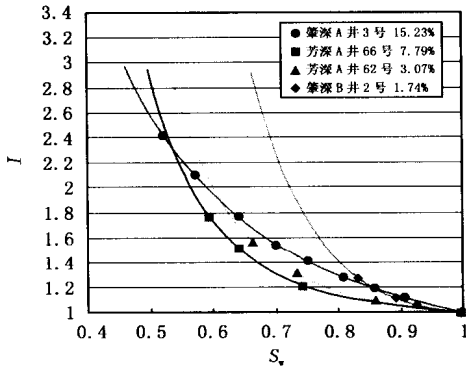


图 8 流纹岩 S_w-I 关系实验结果

可以针对地质情况的不同复杂程度进行化简, 即我们可以针对每一组实验样点从这个 S_w-I 关系的一般形式中截取一个最佳表达简式。如我们熟知的阿尔奇公式 (1942)、Simandous 公式 (1962)、Waxman-Smits 公式 (1968) 和 Clavier 公式 (“双水”公式, 1977) 等, 都是上述一般形式在给定条件下的特例, 换句话说, 都是一般形式在给定条件下的截短表达式。

根据文献 [3] 中实验数据 (图 8) 分析, 大庆油田深层饱和度方程一般形式的最佳截短方式分别为:

$$\text{肇深 A 井 3 号:} \quad I = \frac{0.971}{S_w^{1.369}} \quad (5)$$

$$\text{芳深 A 井 66 号:} \quad I = \frac{0.0667}{S_w^{4.865}} + 0.937 \quad (6)$$

$$\text{芳深 A 井 62 号:} \quad I = \frac{0.076}{S_w^{5.226}} + 0.924 \quad (7)$$

$$\text{肇深 B 井 2 号:} \quad I = \frac{0.277}{S_w^{5.444}} + 0.722 S_w^{1.798} \quad (8)$$

上述结果在两口密闭取心井中进行了验证。与岩心分析结果相比,计算的含气饱和度平均相对误差分别为 5.30% 和 4.92%、孔隙度平均相对误差分别为 6.17% 和 11.23%。

六、裂缝孔隙度计算

为了解决火山岩裂缝孔隙度定量计算问题,我们利用辽河油田分公司测井公司的“微裂缝模拟实验装置”进行了裂缝宽度定量计算研究^[5]。微裂缝模拟实验装置所模拟的水平微裂缝共有 0.2mm、0.6mm、0.8mm、1mm、1.5mm 和 2mm 六种。垂直裂缝 0.3mm、0.6mm、0.8mm 和 1mm 四种。通过对模拟井测井数据分析发现,在声电成像测井资料图像上所显示的裂缝宽度与裂缝的实际宽度相差很大,这是因为声波成像测量结果受多种因素影响。在各种影响因素中,地层的岩性、井壁的表面结构、发射点到井壁的距离、钻井液密度及入射角都是重要的影响因素。这些因素集中反映在回波幅度的变化上,可以利用裂缝的视宽度与回波幅度的变化关系计算裂缝的真宽度。

如果用裂缝的轮廓线表示裂缝的回波幅度变化,则裂缝的回波幅度与裂缝宽度关系可以有三种形式:(1) 裂缝宽度小于测井仪器探测宽度,回波幅度衰减较小 [图 9 (a)]; (2) 裂缝宽度等于测井仪器探测宽度,回波幅度衰减较大 [图 9 (b)]; (3) 裂缝宽度大于测井仪器探测宽度,回波幅度衰减较大,且回波幅度衰减量趋于一个定值 [图 9 (c)]。

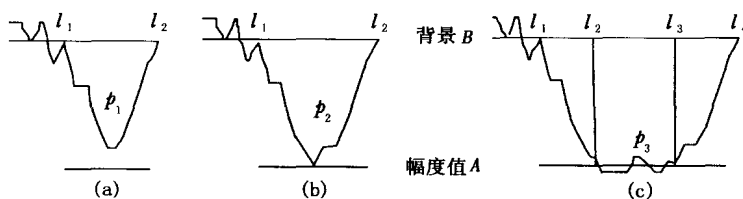


图 9 裂缝的回波幅度与裂缝宽度的关系

在此基础上,提出了裂缝宽度 W 计算公式:

$$W = \frac{F}{B - F} \int \frac{B - D}{D} dW \quad (9)$$

式中 F ——裂缝区的理想回波幅度值;

B ——裂缝基岩的背景值;

D ——裂缝轮廓线上每点的回波幅度值;

dW ——裂缝宽度的微分量。

理想 F 是与井眼直径、探头型号和钻井液密度等相关的物理量,它反映了仪器所能分辨的最小的裂缝宽度。理想 F 可以通过实验确定。

通过集成在 CifSun 软件平台上的裂缝孔隙度计算模块,得到如图 10 所示的计算结果。其中右边 4 道分别为等效裂缝宽度、裂缝条数、裂缝面密度和裂缝孔隙度。大庆油田深层火山岩裂缝孔隙度的变化范围大致为 0.05% ~ 0.3%。

参 考 文 献

- [1] R. Hertzog, L. Colson, B. Seeman, Geochemical Logging with Spectrometry Tools, SPE16792, 1988
- [2] Houston. ECS Elemental Capture Spectroscopy Sonde, www.slb.com, Schlumberger Marketing Communications, August 2004
- [3] 李宁, 付有升, 杨晓玲, 戴诗华. 大庆深层流纹岩全直径岩心实验数据分析. 测井技术, 2005, 29 (6): 480 ~ 483
- [4] Li Ning, General Forms of the Resistivity Porosity and Resistivity – Oil (Gas) Saturation Relations, as well as the Determination of their Optimum Approximation Function Types (I), ACTA GEOPHYSICA SINICA, 1989, VOLUME 32, NO. 3, ALLERTON PRESS, INC. , New York
- [5] 乔德新, 李宁等. 利用模拟井研究用声波成像测井资料计算裂缝宽度问题. 石油勘探与开发, 2005, 32 (6): 76 ~ 79

煤层气测井解释评价技术

刘 蔚 杨 林 蔡文渊 郭 森

中国石油集团测井有限公司华北事业部

摘要：本文重点介绍了测井资料在煤储层中的应用研究成果。通过对已经取得的煤层测井资料进行分析，研究煤层的测井响应特征，对比分析不同煤质的煤层测井响应特征。开展煤心岩石物理实验研究，分析岩心分析资料与测井资料内在联系，探索煤层含气量及煤层工业组分（包括水分、灰分、挥发分、固定碳）的测井响应关系，建立利用测井资料定量评价煤储层参数的解释模型。首次利用测井资料进行煤层等温吸附分析，为描述和建立煤储层模型和煤层气资源地质评价提供重要的基础数据。利用测井资料计算岩石机械特性参数，评价煤层及顶底板层的岩石机械特性，进行井眼稳定性分析和煤层压裂模拟设计，预测煤层压裂裂缝高度等，为钻井工程施工及煤层气开采提供参考依据。开展区域煤层气测井综合评价技术研究，从煤层的横向展布、纵向埋深、盖层质量、地质构造、区域煤层气含量及煤层工业组分的变化情况、煤层力学参数等方面进行了综合分析，为区域煤层气整体评价提供有价值的测井信息，为下一步的煤层气勘探和开发提供可靠的技术支持。

关键词：煤层气；测井；煤层含气量；煤储层模型

一、引言

煤层气是一种潜在的巨大资源，是 21 世纪绿色环保能源。我国是一个煤炭资源大国，煤层气的储量极其丰富。世界上一些发达国家都在研究和开发利用此能源，尤以美国最显著，已进入开发阶段。目前我国煤层气勘探开发还处于起步阶段，虽然近几年在煤层气勘探领域已取得了一些进展，但仍然面临着许多问题。要进一步加快我国煤层气的勘探开发和利用速度，跟上国际煤层气技术发展的步伐，还有很多工作要做，尤其是在与煤层气勘探开发密切相关的各项配套工艺技术的研究方面，还有待进一步深化。

中国石油测井有限公司华北事业部，自 1997 年开始对煤系地层测井和煤层气测井解释技术研究以来，先后在大城、晋城、吴堡及大宁—吉县等地区录取了不同系列的测井资料，同时收集了大量煤心分析资料，开展了多方面的研究工作，取得了一系列重要成果。

二、煤层气的一般地质特征

煤层气是指储集在煤层中的天然气，也称煤层吸附气、煤层甲烷或煤层瓦斯。它是成煤母质在煤化作用过程中形成的。煤层气与常规天然气不同。煤层既是生气层，又是储气层。煤层中的甲烷只有少量以游离态存在，大部分以单分子层吸附于煤层的表面上。甲烷在煤层中的储集依赖于吸附作用，而不是依赖于是否有储集气体的圈闭存在，因而与常规天然气储集有本质的区别。因此对煤层气的解释不能简单地套用常规天然气测井解释模型，必须研究适合煤层气测井的解释方法和模型，才能对煤层气作出正确评价。