

安徽天长地区构造圈闭封堵特性的分析

王东辉 韩光宇

(安徽石油勘探公司物探公司)

摘 要

王东辉, 韩光宇: 安徽天长地区构造圈闭封堵特性的分析, 《石油地球物理勘探》, 24 (3) 1989: 350~358

本文阐述了断块构造圈闭含油特性与其封堵条件的分析方法。此方法是根据储集层的岩性特点, 首先确定储集系数(Q_R)和封堵系数(Q_S)值, 由此计算出相应的封堵量(Q_{SA})值(即 $Q_{SA} = Q_R \cdot Q_S$), 作为封堵量曲线的解释依据。然后, 综合利用钻井、测井及地震勘探资料制作储集系数和封堵系数曲线, 并将两种曲线逐层进行对比。在相邻几条封堵量曲线上幅值大、连续性好的层位即是含油层。

用此方法对王龙庄、陈家营和欧庄等三个含油构造作了封堵量估算, 在两种曲线上解释的16组砂层中均具有高封堵量值。其中有10组对应以前钻遇的油层, 5组对应被后期钻井证实的油层, 其吻合率达93.7%。

关键词: 断块构造 断层封堵 储集系数 封堵系数

ABSTRACT

Wang Donghui and Han Guangyu: The analysis of sealing condition of structural trap in Tianchang area in Anhui Province, OGP, 24(3)1989: 350~358

The method is given of how we analyse both the oil-bearing property and the sealing condition of faulted-structure trap.

This method includes the steps:

- Determine, in light of reservoir lithology, reserve coefficient (Q_R) and sealing coefficient (Q_S) to calculate the relevant sealing quantity ($Q_{SA} = Q_R \cdot Q_S$), which is considered as the basis for sealing-quantity curve interpretation.
- Draw reserve-coefficient curve and sealing-coefficient curve by making comprehensive use of drilling, logging and seismic data, then compare the two kinds of curves layer by layer.

• Locate reservoir, which occurs at the place where better continuity and big amplitude can be seen on successive sealing-quantity curves. The sealing-quantity estimations on three structures (Wangrongzhuang, Chenjiayin and Ouzhuang structures) show that 16 sand-bands which have been determined from the two kinds of curves all have high sealing quantities. Of the 16 sand-bands, 10 sand-bands correspond to the formerly drilled reservoirs, and 5 bands to the latterly drilled reservoirs, the correctness accounting for 93.7%.

Key words: faulted structure, fault sealing, reserve coefficient, sealing coefficient

近几年来,断块构造圈闭的含油特性与其封堵条件的密切关系,已普遍引起人们的重视。在整个勘探过程中,虽然人们十分重视对构造圈闭与断层的解释以及探区内生、储、盖条件和油气运移规律等的研究工作,然而,在地质构造落实后,钻探并不一定能取得预期的地质效果。因为,油层的分布与对构造起控制作用的断层是否封堵(即断层两侧的岩性接触、配置)有很大关系。所以,必须把地质构造解释与岩性研究等工作统一起来才能对砂层含油性作出中肯的评价。本文所述的天长地区构造圈闭封堵特性的分析结果充分地说明了这一问题。

构造圈闭封堵条件的研究方法

理论依据

断层对构造圈闭可起到封堵与漏失两种控制作用。当断层封堵盘一侧的泥岩层与断层另一侧的砂岩层相接触时起封堵作用,断层封堵盘一侧的砂岩层与断层另一侧的砂岩层相接触时,则起导通与漏失作用。我们用封堵量 Q_{SA} 的大小表示储集砂层被封堵后保存油气的数量概念^[1],则有

$$Q_{SA} = Q_R \cdot Q_S$$

式中: Q_R 为储集系数; Q_S 为封堵系数。 Q_R 、 Q_S 值均根据地区实际情况而定。

参数选择

根据该区储集层的岩性情况,我们设泥岩的储集系数 $Q_R = 0$, 封堵系数 $Q_S = 1.5$ (最大值); 砂岩的储集系数则是根据自然电位曲线的负向幅值大小确定的。在该区储层中因没有粗砂岩,所以只取了细砂岩和粉砂岩的储集系数(即 Q_R 值分别为 1 和 0.7)。处于断层封堵盘的砂层储集性能愈好,则漏失愈大,即封堵性愈差。所以,其封堵系数与储集系数互为补数,其模数值可以人为选取(该区定为 1.5)。

在确定上述参数时,要尽量使封堵量曲线反映灵敏、利于解释,既不使解释工作复杂化又不漏掉实际油层。下表是经过多次试算和与实际资料对比确定的该区最佳参数值。

此表是该区解释封堵量曲线时的重要依据, 即 $Q_{SA} = 1.5$ 时是封堵最好的油层, $Q_{SA} = 1.05$ 时为封堵较好的油层, $Q_{SA} = 0.8$ 时为差油层或可疑油层, $Q_{SA} = 0.56 \sim 0.35$ 时则为漏失层。

方法步骤

1. 用测区内已知井的地质录井资料及测井曲线 (以自然电位曲线为主) 在目的层段每 2m 取一样点, 作出储集系数曲线 (即砂、泥岩分层图)。如该井因遇断层造成地层缺失, 须通过区域地层对比或借助同一构造内已知井资料将缺失地层补齐, 再绘出该井完整的储集系数曲线。然后, 根据需要沿地层倾向将储集系数曲线移到构造的相应位置 (如图 1 中 A 点)。

2. 根据地震构造图及钻井资料, 作出通过构造高点、横穿断层走向的构造综合剖面图 (最好利用联井测线) (图 1)。

参数选择数值表

Q_{SA}		Q_R	泥 岩	细砂岩	粉砂岩
			0	1	0.7
Q_S	泥 岩	1.5	0	1.5	1.05
	细砂岩	0.5	0	0.5	0.35
	粉砂岩	0.8	0	0.8	0.56

($Q_S = 1.5 - Q_R$)

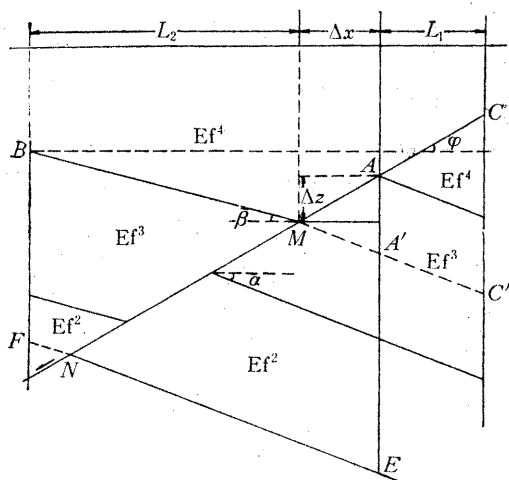


图 1 构造岩性剖面示意图

3. 在构造综合横剖面图上, 正确选取断层两侧地层倾角 α 、 β 及断面倾角 φ (一般求统计值, 如上、下地层倾角差别太大, 也可分段选取、使用)。

4. 根据选取的 α 、 β 、 φ 值及构造综合横剖面图, 计算断棱点 A 处地层柱 (图 1) 因地层错断产生的铅垂方向下移量 S_h 。设图中 A 点位于盖层 Ef^4 的底界面上, 那么断层下降盘 Ef^4 的底界面下降了一段距离 Δz 后, 断层上升盘 A' 点处以上地层则被下降盘 Ef^4 底界以上的地层封堵。此时, 封堵系数曲线相对储集系数曲线垂直下移了 AA' 距离, 即

$$S_h = \overline{AA'} = \Delta z + \Delta x \operatorname{tg} \alpha \quad (1)$$

式中, Δz 为断层的垂直断距; Δx 为断层的水平断距。

另外, 设 E 点为 A 处井柱 (或储集系数曲线) 的终点, 根据 A 处井的储集系数曲线, 可求出断层上盘 B 点处封堵系数曲线的终点 F。但由于断层两侧地层倾角和压实程度不同, $\overline{BF} \neq \overline{A'E}$, 所以须求地层视厚度校正系数 k 值, 即

$$k = \frac{\overline{A'E}}{\overline{BF}} = \frac{\operatorname{tg} \varphi + \operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \varphi + \operatorname{tg} \beta} \quad (2)$$

堵量曲线(如有微机,可由绘图打印机完成)。

封堵量曲线的数量要视测区内控制断层及断层两侧地层的横向变化情况而定。在断层两侧地层横向变化小的区段,用少量的封堵量曲线可对构造的封堵情况作出定性解释,则曲线数量可少些;反之,曲线的数量要多些。因此,要因地制宜的确定封堵量曲线的数量。

图2是PC-1211袖珍机计算封堵量程序框图。该机由于存储量太小,不能永久保留数据,因此,在此程序中只能逐次循环使用存储器。另外,该程序只能在封堵盘有已知井时使用(且 $\alpha > \beta$,即 $k > 1$)。而对储集盘有已知井的情况,须对程序略加修改,在此不再赘述。

6. 曲线的对比解释。将封堵量曲线与岩性、分层图逐层进行对比,在相邻几条封堵量曲线上幅值大(即高值部位)、连续性好的层位应是含油层。对在封堵量曲线上反映较好、依据不足的含油层,可在构造综合剖面图上暂划为预测油层,以待进一步试油或钻探证实。

7. 根据解释结果,圈定各储层的含油面积及计算石油地质储量。

应用实例及其效果

王龙庄构造

该构造是近年来发现的小油田,面积约 1.5km^2 ,西Ⅲ和Ⅲ₀断层对该构造起控制作用(图3)。

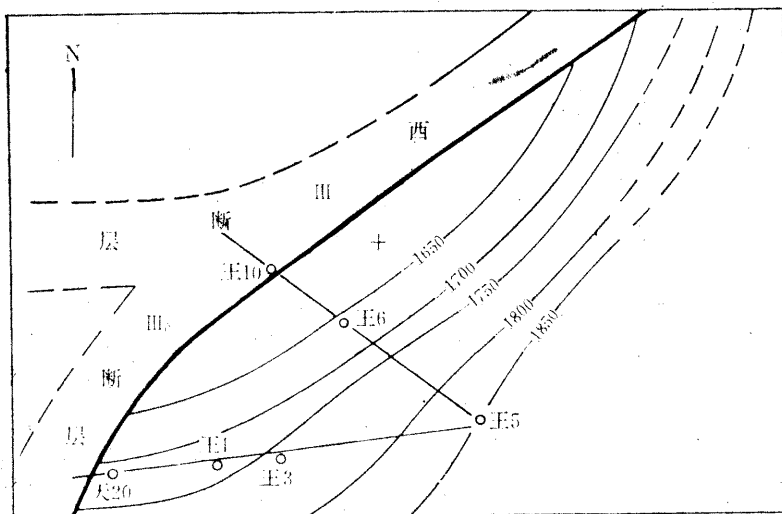


图3 王龙庄构造 T_3 反射层构造图

经钻探证实, $Ef^3 \sim Ef^1$ 为多层叠加、且连片的油藏,其特点是在横剖面上油层沿断层成刷状分布。图4a、4b分别是王10—王6—王5井和天20—王1—王3—王5井的联井剖面封堵量分析图。在图4a中, $\overline{PQ}$ 段为 Ef^2 段Ⅲ、Ⅳ亚段及 Ef^3 段底(即 Ef^{2-3} 、 Ef^{2-5} 、 Ef^{3-6})油组。在相应的封堵量曲线上(5、6、7、8段)均显示为高值,吻合较

好。 $\overline{RP}$ 段,在区域上为 Ef^3 段下部油组(即 Ef^{3-5}),从区域推断有两层薄油层,与封堵量曲线上的高峰值4段对应,这说明其推断是正确的。

另外,从Ⅲ₀断层控制的封堵量曲线看,4段下部(即 Ef^{3-5} 下部)薄砂层为漏失层,这说明由西Ⅲ断层封堵的储层中的油气,由Ⅲ₀断层漏失了,这样,此储层便成为空储层。同样,西Ⅲ断层封堵的2段有多层高封堵值,但Ⅲ₀断层在该段有不同程度的漏失,这样, Ef^3 段下部也成为空储层。在Ⅲ₀、西Ⅲ断层都有高封堵量值的1、3两段(即 Ef^{3-1} 顶部和 Ef^{3-3}),预测为含油层段,经王3、王8和王20井钻探证实为含油层。

在图4b中,天20井(与王10井部位相当)钻遇了 Ef^2 段中部 Ef^{2-3} 、 Ef^{2-4} 两个油组;王1井处于造构的低部位、钻在 Ef^2 段含油层的油水边界之外,未见出油;王3井在 Ef^3 段顶部钻遇油层,在封堵量曲线上反映为两个高峰值,但在 Ef^2 段钻在两油

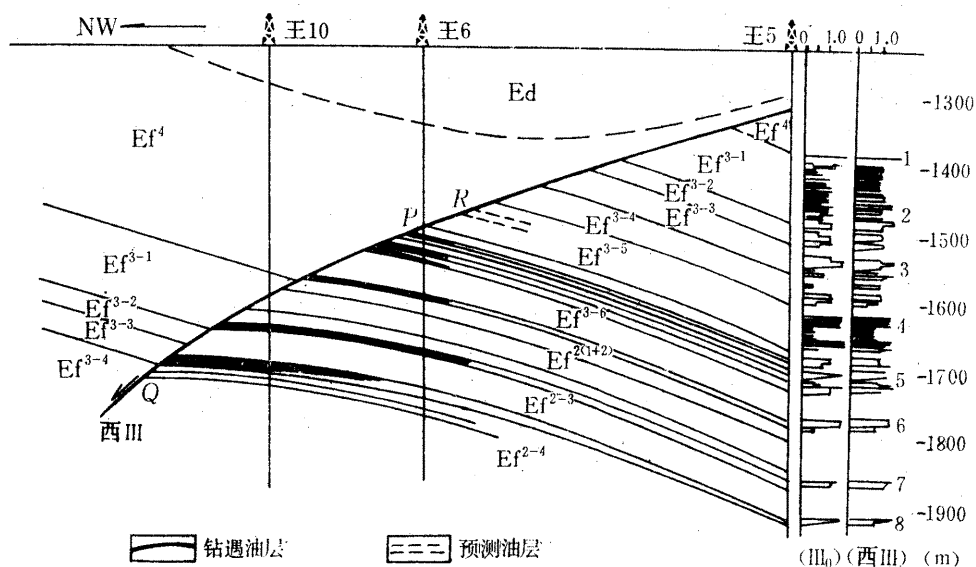


图 4a 王龙庄构造王10—王6—王5井联井剖面封堵量分析图
(图中右端为封堵量曲线)

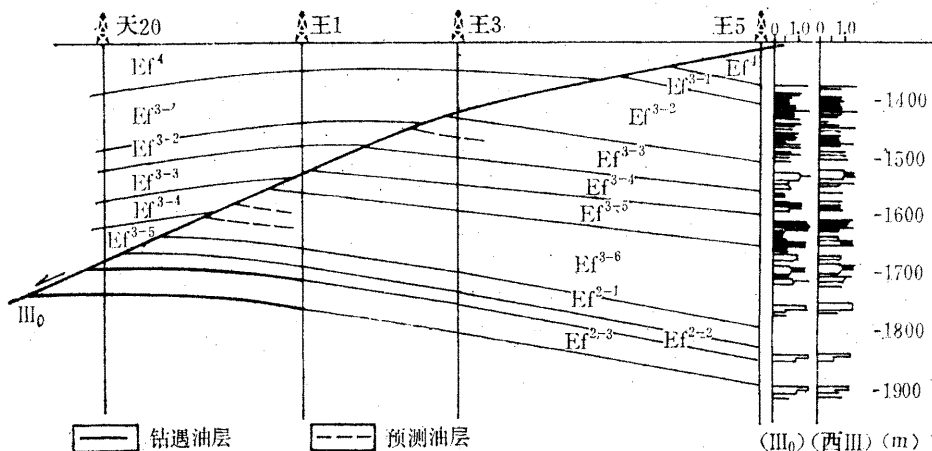


图 4b 王龙庄构造天20—王1—王3—王5井联井剖面封堵量分析图
(图中右端为封堵量曲线)

组的油水边界之外, 未能出油。

陈家营构造

该构造是依附于Ⅲ₁断层的鼻状构造, 面积约0.6km², 圈闭幅度小于100m (图5a)。图6是沿图5a中天29—天28—陈1井作的构造剖面及封堵量分析图。

该构造的特点是断距小, 储层大部分都与Ef³、Ef²段地层接触, 故总的漏失量较大。其油层与封堵量曲线显示值为1.05和1.5的1.3段相吻合, 经钻探在天29、28井见油; 2段对应的地层为漏失层, 在天28井钻遇后为干层。4段下面两高峰值与Ef²段二油组以下的不含油砂层对应, 其吻合有误 (图6)。

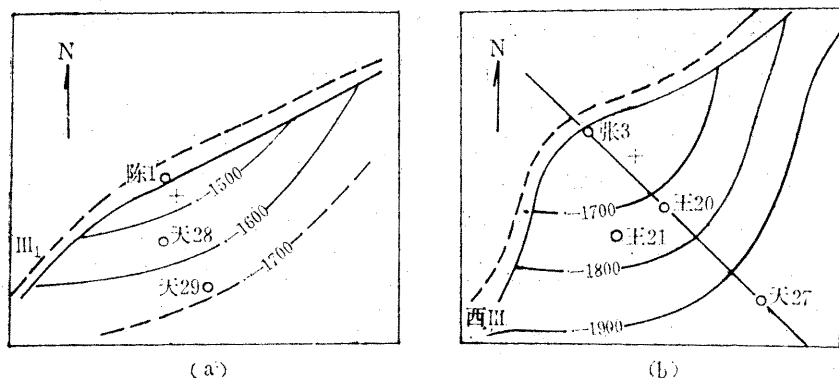


图5 陈家营及欧庄构造地震T₃'反射层构造图

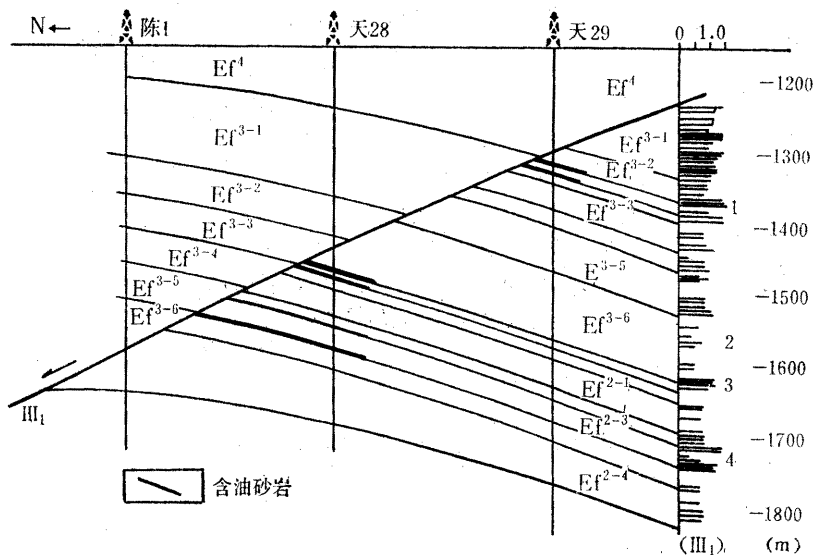


图6 陈家营天26—天28—陈1井的构造剖面封堵量分析图
(图中右端为封堵量曲线)

图中的封堵量曲线是根据陈1井资料推算的。另外, 由于地层倾角纵向上变化大, 故分段进行了校正计算, 致使下段与对应的油层间产生了深度误差 (即3~4段应上移)。

欧庄构造

该构造在王龙庄构造西南2km处, 面积小于1km², 圈闭幅度约100m (图5b)。图7是沿图5b中张3—王20—天27井作的构造剖面及封堵量分析图。

该构造的 Ef^2 段储集层较薄, 张3井钻遇 Ef^{2-3} 段油组的最下一层, 与封堵量曲线4段峰值对应, 在井深 1618.4~1636.8m 见到3层共 11m 厚的油层。王20井钻遇 Ef^3 段四亚段油层, 在井深 1409.2~1431.4m 见到4层共 7m 厚的油层, 与封堵量曲线1段峰值对应。另外, 根据封堵量曲线预测 1'、3 两组峰值所对应的砂层为储油层, 其结果在 $Ef^{3-3} \sim Ef^{3-4}$ 段、深度 1437.4~1476.8m 钻遇到 2.6m 厚的油层 (王21井), 与用 1' 段峰值预测的深度和层位完全吻合, 在该区发现了这一组新的含油层位。3段峰值所对应的砂层也被王6井证实为该构造的漏钻油层。2段峰值与出油层对应 (图7)。

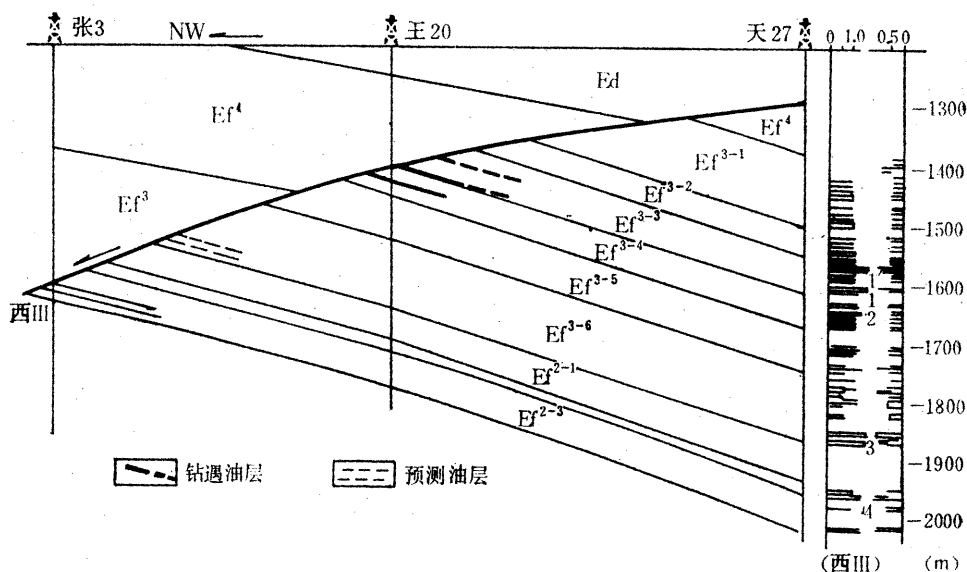


图7 欧庄构造张3—王20—天27井的构造剖面封堵量分析图

(图中右端左为封堵量曲线; 右为岩性分层图)

断层特点

西Ⅲ断层对王龙庄构造和欧庄构造起控制作用, 断层垂直落差为 200~300m。在封堵量计算时, 王龙庄构造下移量 S_h 为 406m; 欧庄构造下移量 S_h 为 340m。这样, Ef^4 段泥岩封堵的范围约占整套储层的二分之一左右, 总封堵量大。因此, 沿西Ⅲ断层展布的构造, 应是含油的有利地带。

Ⅲ₁断层在西Ⅲ断层以北, 对陈家营构造和马庄构造起控制作用。断层垂直落差 100m 左右, 在封堵量计算时, 陈家营构造下移量 S_h 为 148m。储集盘由 Ef^3 段封堵的接触面占三分之二左右, 总封堵量小、漏失大, 难以形成工业性油流井。

Ⅲ₀断层靠近王龙庄构造的区段, 断距最小、倾角平缓。在封堵量计算时, 下移量 S_h 仅 14m。储集盘大部分由 Ef^3 段、 Ef^2 段的砂、泥岩互层封堵, 在某些特定层位有漏失。但王龙庄构造的该侧为平缓的屋脊型, 所以影响不太严重。

解释成果的吻合率

在王龙庄、陈家营和欧庄等三个构造的封堵量曲线上, 可解释出 16 组砂层具有高封堵量值。其中有 10 组高封堵量值对应已钻遇油层, 5 组对应不同时期钻井证实的油

层,其吻合率达 93.7%。

结 束 语

1. 上述实例及解释成果说明,对凹陷面积小、构造小(一般小于 1 km^2)、油层沿断面成短刷状分布、且封堵特性复杂多变的天长地区来说,预先作封堵条件分析及封堵量计算,科学地了解各地层间的内在关系,是提高该区钻探成功率的重要措施之一。

2. 由于工作条件所限,本文中封堵量值计算全部采用“一井法”。在有微机的单位,可采用“两井(上、下盘)法”计算,充分利用多井剖面来提供准确的各项参数,以提高封堵量值的计算精度。

3. 在构造范围内只有一口初探井时,可结合地震资料研究封堵条件,寻找和确定构造的有利部位或储油层段。

4. 目前,此项工作用人工分析的工作量较大,因为对模拟测井曲线不能直接进行数字处理,这样,测井曲线的取数工作就耗费了大量时间。所以,建议在有条件的地区可使测井数字化,用微机存储测井数据,编成文件。然后,用人机联作进行解释,了解整个断层带的封堵特性,可大大提高此项工作的效率。

此项工作,李庆忠先生给予了有关帮助,在此表示感谢。

参 考 文 献

- [1] 李庆忠:圈闭分析技术,石油地球物理勘探局,内部技术报告,1987
- [2] 朱儒勋:天长地区下第三系储层盖层的分布及其特征,《安徽石油勘探》(内部), (总 12) 1987

渤海石油公司物探技术成果交流会

会议于 1989 年元月 11 日至 14 日在渤海石油计算中心召开。与会者有 40 名代表。会上交流了 34 篇报告,内容涉及地震资料采集、定位、处理、解释、综合研究、地质成果等方面。在地震资料处理方面,利用调整三维 CDP 叠加面元均化技术、道间插值、三维速度场平滑等手段,使海上三维处理的质量有了较大的提高;在处理 VSP 资料时,用新近研制的“矢量中值滤波法”压噪效果,比 CGG 公司的中值滤波法有较大的改进;在处理高倾角资料时,利用分段线性相位移的 DMO 法,使处理速度和效果比 CGG 公司的模块都有较大的改进;最大似然反褶积法经试处理后,成为反褶积的一种重要方法。在海上利用可控震源,3 000m 长的排列,道间距 25m,在消除多次波、海上鸣震以及提高叠前信噪比的基础上,初步得到海上转换横波剖面。

这次会议对渤海的勘探与开发将起到积极的作用。

本刊通讯员 刘企英