

测井资料和波阻抗多参数 油气预测方法的应用

邬兴威^{1,2}, 杨勇^{1,2}, 朱爱丽²

(1. 中国地质大学, 北京 100083; 2. 中国石化石油勘探开发研究院, 北京 100083)

摘要: 由于受储层自身影响, 应用波阻抗反演数据预测储层含油气性, 往往存在多解性, 如平湖储层砂、泥岩的波阻抗存在较大的重叠; 鄂北区块储层为薄互层且受煤层影响; 东北十屋断陷储层的水矿化度很低; 塔北地区碳酸岩溶洞和裂缝分布不均一。针对这些情况, 采用测井资料多参数与波阻抗交汇的方法对储层含油气性进行预测, 以期避免单用波阻抗数据造成的多解性。首先, 针对不同具体情况筛选出灵敏度较高的测井参数; 然后与波阻抗进行交汇, 用已知井的油气分布情况对交汇图进行标定; 最后用标定好的交汇图对未知井的含油气性进行预测。经实际检验, 预测效果较好。

关键词: 多参数; 油气预测; 交汇图; 有效性; 含油气层段

第一作者简介: 邬兴威, 男, 34岁, 工程师, 石油地质

中图分类号: P631.445

文献标识码: A

1 方法和原理

通常储层预测是应用波阻抗反演数据, 但波阻抗往往不能有效区分储层的真实含油气性, 运用波阻抗预测储层含油气性存在多解^[1]。针对这种情况, 我们充分利用测井资料多参数特征, 作出测井和波阻抗的多参数交汇图, 确定井段的有效含油气层段。为了保证预测结果的准确性, 运用实际的测试和解释资料, 验证多参数方法预测结果^[2]。最后利用预测结果对未知井进行油气预测, 确定未知井有利的含油气层段。

如果井段为砂泥岩互层, 测井参数选取对砂泥岩较为敏感的伽马、自然电位和电阻率等, 利用储层含油(气)后阻抗一般表现为低值来判定有效含油气层段^[3,4]。在交汇图上首先利用伽马值确定该区的砂泥岩分界, 然后根据电阻率和阻抗划分含油(气)范围, 在此基础上利用阻抗剔除非含油气层段和确定最有利的含油气层段。如果井段为碳酸盐岩, 测井参数首选中子, 然后再选自然电位、密度和伽马等参数, 这需要结合实际资料选取对孔洞和裂缝最敏感的参数; 在确定含油气层段基础上, 利用阻抗低值找出最有利的含油气层。这样3种参数确定的有效含油气层段可以避免用阻抗值高低单一参数判定含油气层段的不确

定性^[1]。

2 应用实例和效果

东海平湖区块以产气为主, 储层的砂岩速度与泥岩速度存在叠合区域, 这样砂岩阻抗值和泥岩阻抗值有可能相同, 阻抗值并不能代表真实的含油气性, 阻抗值具有多解性, 因此单独利用波阻抗识别有效储层很困难。我们采取测井资料和波阻抗结合方法, 多参数综合判定有效储层。图1是P1井2950~3140m层段的多参数综合解释结果, 从图1中可以看出含油气有效储层与非含油气层存在明显界线, 含油气层段分布区在伽马值小于80 API、电阻率值7~12 $\Omega \cdot m$ 限定的范围内; 伽马低值小于60 API、电阻率值小于4 $\Omega \cdot m$ 和阻抗低值对应的层段为含水层。在整个层段中泥岩阻抗存在一个明显的低值区(伽马值大于100 API), 从图中也可以看出低阻抗值对应的层段并非代表其含油气性好的层段。测井解释2978~2983m, 3133~3136m和3137~3140m为含气层段, 与P1井油气预测结果比较, 多参数判定的含油气有效层段深度与之吻合, 含气砂岩为薄层。依据P1井建立的多参数油气预测结果, 对TW1井的2600~2800m层段进行含油气层段预测, 同样可以看出含气层段分布在伽马低值小于80 API、电阻率值7~12 $\Omega \cdot m$ 和较低的阻抗值区域, 2780~

2 788 m 和 2 717~ 2 720 m 为含气层段分布区, 这两段的测试结果为含气层段, 日产气 $23.1 \times 10^4 \text{ m}^3$ (图 2)。

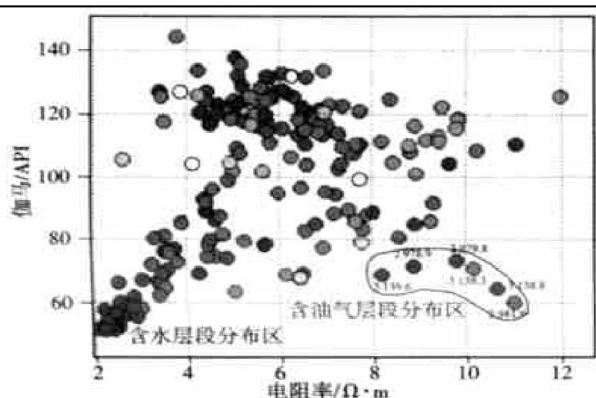


图 1 P1 井伽马、电阻率和波阻抗交汇图

Fig. 1 Cross plot of Gama ray, resistivity and wave impedance date of P1 well

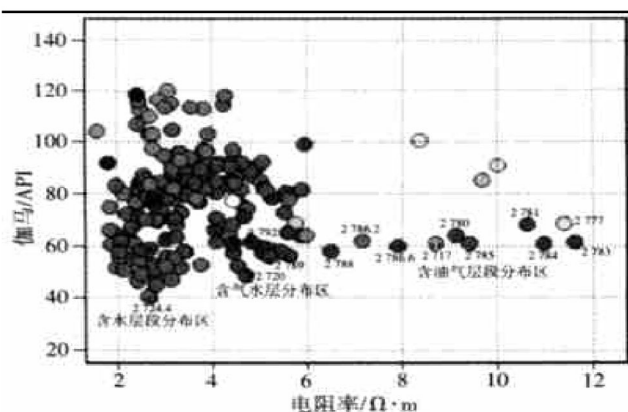
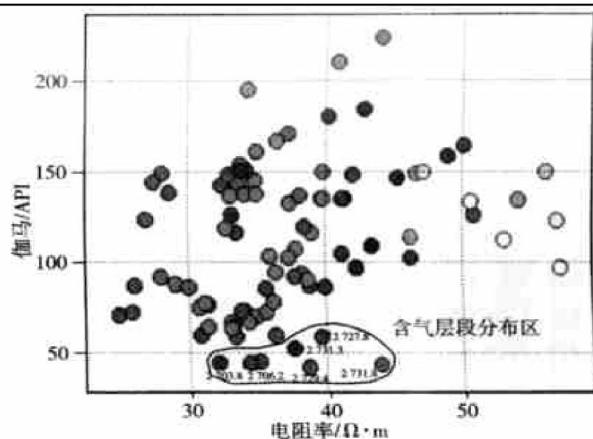


图 2 TW1 井伽马、电阻率和波阻抗交汇图

Fig. 2 Cross plot of Gama ray, resistivity and wave impedance date of TW1 well

鄂北某区块的油气产层为薄互层, 夹杂有煤层, 伽马和声波都受其影响, 使煤层具低阻抗特征, 因此低阻抗值并不完全代表有效储层。图 3 是 C 井 2 690~ 2 800 m 多参数解释结果, 有效含油气层段处于伽马值小于 60 API、电阻率值 35~ 50 $\Omega \cdot \text{m}$, 交汇图上有效含气层段为 2 703.8~ 2 706.2 m 和 2 727.8~ 2 731.8 m。根据阻抗值判断 2 727.8~ 2 731.8 m 层段含气性好于 2 703.8~ 2 706.2 m 层段, 同时含气层段阻抗值并不处于最低值区域, 在伽马值大于 100 API、电阻率值 45~ 60 $\Omega \cdot \text{m}$ 区域为阻抗最低值分布区域。C 井的测试结果为 2 702~ 2 706 m ($0.6 \times 10^4 \text{ m}^3$) 和 2 727.5~ 2 731.5 m ($2.2 \times 10^4 \text{ m}^3$) 产气, 多参数预测含油气结果与测试结果吻合, 预测结果具有可靠性。利

用 C 井交汇图预测结果的参数, 对 D 井 2 580~ 2 780 m 层段进行含气预测, 结果是 2 591~ 2 593 m 2 600~ 2 602 m 层段含气(图 4), 其含气分布范围在伽马值小于 50 API、电阻率值 38~ 50 $\Omega \cdot \text{m}$ 限定的区域, 含气层段阻抗值较低; 2 594~ 2 597 m 层段含水, 表现为低伽马、低电阻和高阻抗。从图 4 可以看出 D 井含气性明显比 C 井差, 而且含气层段更薄。



含气层段, 在电阻率值小于 $20 \Omega \cdot \text{m}$ 、伽马值小于 80 API 和阻抗高值分布区为含水砂岩层段。同时可以看出图左上部为阻抗低值分布区, 但却是泥岩层段。多参数预测该井的 $1600 \sim 1605 \text{ m}$, $1610 \sim 1615.5 \text{ m}$ 和 $1626 \sim 1632 \text{ m}$ 为含气层段, $1645 \sim 1649 \text{ m}$ 层段为水层。测试的实际结果是这3层含气层段合采日产气 $5.3 \times 10^4 \text{ m}^3$, 这说明多参数处理结果具可靠性。图6是Gk17井 $1500 \sim 1750 \text{ m}$ 参照Sn84井的多参数预测参数预测含气层段, 其结果是含气层段分布区域为伽马小于 82 API 、电阻率值 $18 \sim 60 \Omega \cdot \text{m}$ 的区域, $1631.5 \sim 1637.5 \text{ m}$, $1707 \sim 1709.5 \text{ m}$ 和 $1721 \sim 1723 \text{ m}$ 为预测的含气层段, 根据较低阻抗值确定 $1707 \sim 1709.5 \text{ m}$ 层段为最好的含气层段。

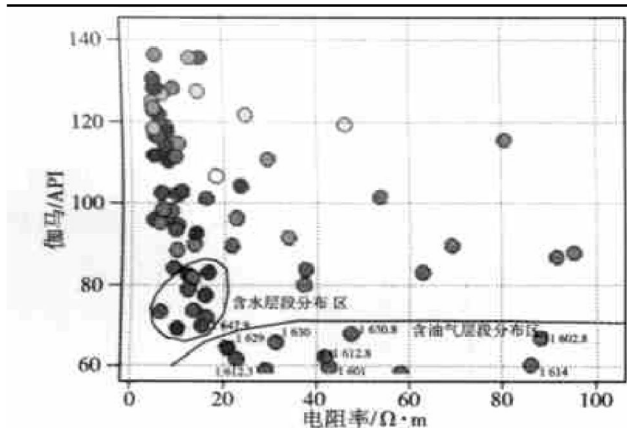


图5 Sn84井伽马、电阻率和波阻抗交汇图

Fig. 5 Cross plot of Gama ray, resistivity and wave impedance date of Sn 84 well

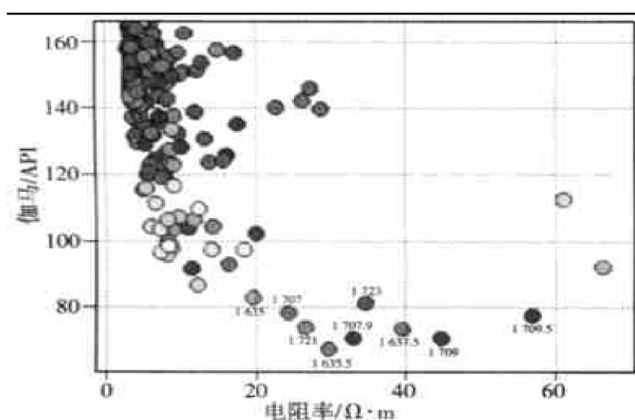


图6 Gk17井伽马、电阻率和波阻抗交汇图

Fig. 6 Cross plot of Gama ray, resistivity and wave impedance date of Gk 17 well

我们还对塔河地区碳酸岩溶洞和裂缝进行含油性的多参数预测, 选取密度、中子和阻抗作为参

数, 对S74井 $5480 \sim 5700 \text{ m}$ 层段进行裂缝和溶洞含油性识别。从图7预测结果分为明显的两类, 密度小于 2650 kg/m^3 、中子大于 0.1% 为含油层段分布的区域, 根据阻抗值判定含油好的层段为 $5485 \sim 5495 \text{ m}$ 和 $5661 \sim 5663 \text{ m}$ 层段。S74井在 $5484 \sim 5499 \text{ m}$ 和 $5653 \sim 5678 \text{ m}$ 层段测试分别获得工业油流 204 m^3 油(酸压)和 11.78 m^3 油, 多参数预测的含油层段与测试结果吻合。参照S74井对S67井 $5510 \sim 5680 \text{ m}$ 层段进行预测, 含油层段为 $5523 \sim 5523.7 \text{ m}$ 和 $5587 \sim 5588.1 \text{ m}$, 由于该层段孔隙度明显偏小, 含油性比S74井差(图8)。

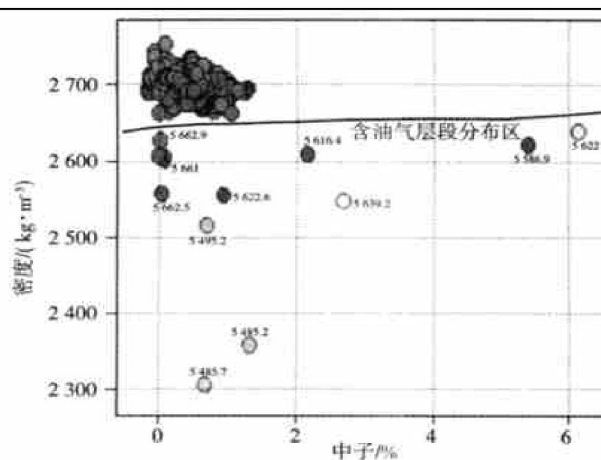


图7 S74井中子、密度和波阻抗交汇图

Fig. 7 Crossplot of compensated neutron, density and wave impedance data of S 74 well

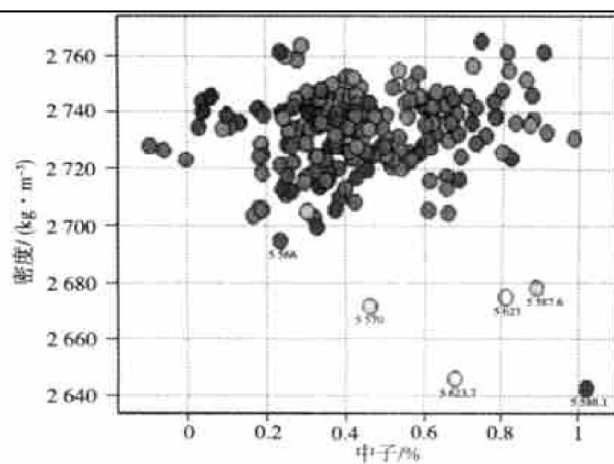


图8 S67井中子、密度和波阻抗交汇图

Fig. 8 Crossplot of compensated neutron, density and wave impedance data of S 67 well

参 考 文 献

- 1 马劲风, 王学军, 钟俊, 等. 测井资料约束的波阻抗反演中的多解性问题[J]. 石油与天然气地质, 1999, 20(1): 7~ 11

- 2 李宗杰, 王勤聪. 塔北超深层碳酸盐岩储层预测方法和技
术[J]. 石油与天然气地质, 2002, 23(1): 35~ 40
- 3 孙渊, 李津. 地震多参数储层及油气预测应用研究[J]. 西安工
程学院学报, 1998, (10): 55~ 60
- 4 张玉芬, 凌峰, 程冰洁. 井约束地震道反演和多项式拟合的联合
应用[J]. 石油与天然气地质, 2001, 22(4): 388~ 390

APPLICATION OF MULTI- PARAMETERS, LOGGING DATA AND WAVE IMPEDENCE, TO OIL- GAS PREDICTION

Wu Xingwei^{1,2} Yang Yong^{1,2} Zhu Aili²

(1. China University of Geosciences, Beijing; 2. Exploration & Production Research Institute, SINOPEC, Beijing)

Abstract: The application of wave impedance inversion data to oil/ gas reservoir prediction would generally have multiple solutions, due to the effects of reservoir characteristics, such as the wave impedances of sandstones and mudstones in Pinghu reservoirs would often be similar, the thinly interbedded reservoirs in northern Hubei block are affected by coal seams, the reservoir water salinity in Shiwu fault depression in northeastern China is very low, and karsts and fractures are unevenly distributed in carbonates in northern Tarim basin. Considering these conditions, oil/ gas reservoir prediction has been made by using crossplot of multiple logging parameters and wave impedance data. The multiple solutions caused by using wave impedance data only can then be avoided. According to various conditions, logging parameters with relatively high sensitivity should first be carefully selected, then make the crossplots of those logging parameters and wave impedance data. The crossplots must be calibrated against the known oil/ gas distribution. The oil/ gas reservoirs in a new well can finally be predicted by using the calibrated crossplot. Practical testing has proved the prediction is feasible.

Key words: multi parameter; oil and gas prediction; cross plot; effectivity; petroleum stratigraphic horizons

(Continued from Page 390)

GEOTHERMAL HISTORY OF SHIWANSHAN BASIN AND ITS NEIGHBOURING REGION USING APATITE FISSION-TRACK ANALYSIS

Wang Xinwei Wang Xinwen Han Xiaozhong

(China University of Geosciences, Beijing)

Abstract: The geothermal history of strata or rocks has been qualitatively and semi-quantitatively in Shiwanshan basin and its neighbouring region, based on analyses of fission-track apparent age and modelling of confined track lengths distribution of apatite samples. The results show that all samples have experienced paleogeotemperatures of over 60~ 70 °C; the basement strata(T_1b) on the northwestern side of Shiwanshan basin have been uplifted and denuded to the near-surface (with a paleogeotemperature of below 70 °C) much more earlier than the basement rocks(γ_5^1) on the southeastern side of the basin and the paleogeothermal history of samples from the basin can be divided into six stages, they are the fast burial and increasing temperature(T_3 - J_3) stage, transient decreasing temperature(latest J_3 - early K_1) stage, burial and increasing temperature(K) stage, rapid decreasing temperature(last K_2 - E_1) stage, relatively stable (E_2 - E_3) stage and another rapid decreasing temperature (since N_1) stage.

Key words: Shiwanshan basin; apatite fission tracks; forward modelling of confined track-length distributions; geothermal history