

文章编号: 1009-3850(2002)04-0097-05

地震多参数油气预测方法及应用研究

吴朝容¹, 李正文¹, 段文¹, 李显贵²

(1. 成都理工大学 信息工程学院, 四川 成都 610059; 2. 中国石化新星 西南分公司, 四川 成都 610081)

摘要: 地震多参数综合油气预测方法是一种基于地震数据计算储层段地震资料的富氏谱、功率谱、自相关、自回归和振幅等 35 种特征参数, 并经广义线性分类, 以实现油气异常圈定的方法技术。该方法的客观性较强, 具有很高的可信度。经过碎屑岩储层、碳酸盐岩储层以及火山岩储层的预测和识别检验, 具有较好的应用效果和广泛的市场价值, 适应了油公司勘探开发的需要。

关键词: 多参数预测方法; 碎屑岩; 碳酸盐岩; 火山岩; 储层

中图分类号: TE121.3

文献标识码: A

1 引言

随着地震资料处理技术的不断发展和勘探要求的不断提高, 目前越来越需要我们尽可能地利用现有地震资料的具体特点, 以最快的速度进行最有效的油气预测, 从而达到以最少的井位部署获得最多的地下油气资源的目的。利用地震资料处理的地震保幅偏移数据提取出储层的波场参数经广义线性分类计算出储层的含油气综合指数, 根据地震多参数综合油气预测指数的分布, 圈定出石油天然气异常部位, 为油气勘探部署提出有利的钻井位置, 从而达到以较少的资金投入获得较大勘探效益的目的。

2 基本原理

地震多参数综合油气预测就是利用地震资料(二维测线保幅偏移剖面或三维保幅偏移数据体)提取出储层波场参数, 即富氏谱、功率谱、自相关、自回归和振幅五大类 35 种特征参数, 并经广义线性分类计算出储层的含油气指数分析的基础上进行油气异

常圈定。其技术思路如图 1 所示。

2.1 储层特征参数提取

根据测井等资料确定出的目的层, 对输入的地震偏移(保幅)数据沿层开时窗, 可提取出五大类 35 种信息特征参数(表 1)。

2.2 多参数油气预测理论及计算方法

用所提取的反射特征参数和地震道数形成一个矩阵, 多参数要求一个加权因子 k , 计算各研究对象上多参数的加权平均值 S_k , 确定信号有无分类上最大的区分段。

多参数 X_{ki} 线性组合: $S_k = \sum_{i=1}^L x_{ki} h_i$

设 η 为阈值, 当 $S_k > \eta$ 时, 为有信号类; 当 $S_k < \eta$ 时, 为无信号类。由此进行信号检测。设

S 为 S_k 按道平均值, 则要求 $\sum_{k=1}^n (S_k - S)^2 \rightarrow$ 最大。取

目标函数 $\lambda = \frac{\sum_{k=1}^n (S_k - S)^2}{\sum_{k=1}^n h_i^2}$ 最大, 最后可得:

收稿日期: 2002-09-27

第一作者简介: 吴朝容, 博士生, 讲师, 地球探测与信息技术专业, 主要研究方向为储层沉积学、高分辨层序地层学及油气预测

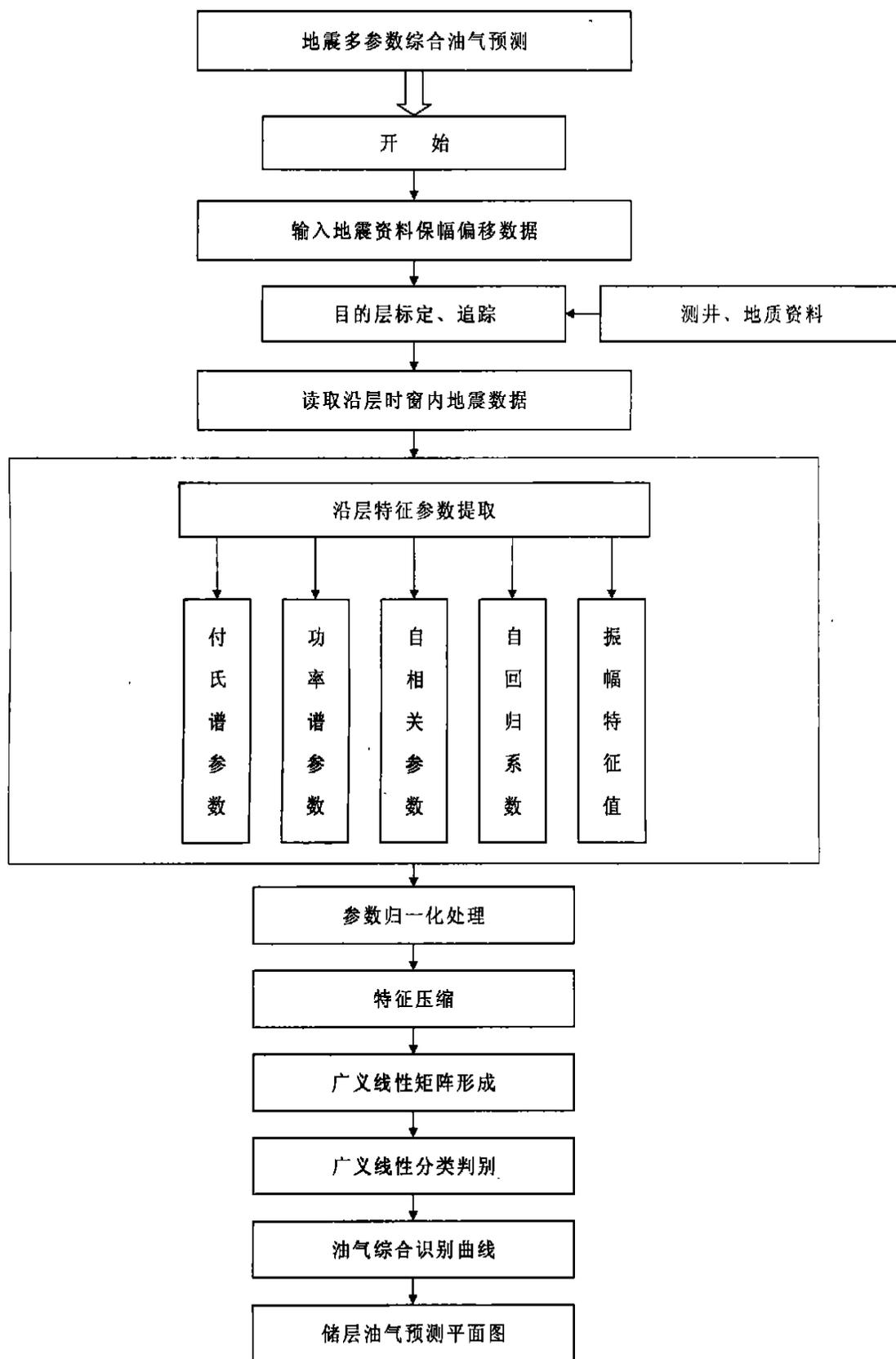


图1 地震多参数综合油气预测思路图

Fig. 1 Technological processes for the seismic multiparameter oil-gas prediction

表1 地震多参数油气预测提取参数表

Table 1 The parameters for the seismic multiparameter oil gas prediction

线性预测系数特征	自相关特征	付氏谱特征	功率谱特征	振幅特征
自回归系数1;	主极值振幅;	振幅谱主频;	加权功率谱平均频率;	均方根振幅。
自回归系数2;	极小值振幅;	振幅谱极大值;	占指定百分比(A%)的加权	波峰、波谷振幅之差
自回归系数3;	主极值面积;	平均中心频率;	功率平均频率 f_p ;	
自回归系数4;	旁极值面积;	频带宽度;	功率谱最大值 P_{max} 。	
自回归系数5;	主极值半周期宽度;	频谱一阶矩;	某一频带的信号能量。	
预测误差能量	自相关函数面积;	频谱二阶矩;	功率谱一阶矩频率。	
	自相关函数幅值梯度;	优势频带宽度;	功率谱二阶矩频率;	
	地震记录分辨率参数;	优势频率;	最大功率谱与总能量之比。	
	主极值区任意幅值与极大值之比;	低频带宽能量百分比;	功率谱最大值 P_{max} 对应的频率 f_{max} 。	
	自相关极小值对应时间;			

$$\sum_{k=1}^n (S_k - S)^2 = \sum_{l=1}^L h_l \sum_{m=1}^L h_m \lambda_m$$

其中, $\lambda_m = \sum_{k=1}^n (x_{kl} - \bar{x}_l)(x_{km} - \bar{x}_m)$ 为参数协方差或自相关阵 R 的元素。

设 I 为单位矩阵, 为寻找 h 使目标函数 $\lambda = \frac{h^T R h}{h^T I h}$ 达到极值, 对 h_l 求导并令其等于 0, 可得方程组 $\{R - \lambda I\} h = 0$, 其中 λ 为本征值, h 为本征值对应的向量。

取最大本征值 λ_{max} , 它对应的本征向量最大, 这就是加权因子, 使用所得加权因子对观测参数集合快速处理, 就得到无井预测含油气综合指数。它实际上是各种参数通过自动加权计算的结果, 其正值越大, 则说明(含油气)异常越大, 亦即含油气可能性大; 而 0 或负值, 则为不含油气背景, 即不含油气可能性大。

3 应用实例

多参数油气综合预测方法经在川西碎屑岩储层、南方碳酸盐岩储层、东北大庆深层火山岩储层、新疆深层碳酸盐岩储层等的运用, 获得了较好的效果。本文列举 3 个应用实例。

3.1 川西坳陷陆相碎屑岩储层预测中的应用

川西坳陷位于四川盆地西部, 是一个典型的前陆盆地。坳陷内具有丰富的天然气资源和良好的配置关系, 目前已经发现了浅、中、深 3 个层系的气藏, 获得了近 $2000 \times 10^8 \text{ m}^3$ 的探明加控制储量, 具有良好的勘探开发前景。由于川西坳陷的气藏主要为构造岩性气藏, 纵向上发育多套储层, 单个储层的规模较小, 很多河道砂体仅有 100~200m 的宽度, 储层分布的非均质性为勘探开发提出了新的问题, 也带来了较大的风险。

多参数油气综合预测方法在川西坳陷得到了广泛的应用, 获得了较好的预测效果。图 2 为该地区某气田第一口深层预探井预测剖面。预测剖面在建议井位附近, 多参数无井预测值为正, 因此预测该部位可能为有利的含油气区, 并参考其他因素, 部署了该工区的第一口深层预探井。经过钻探证实, 该井获得了 $4 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 的工业油气流, 由此实现了该工区深层勘探的重大突破。

3.2 碳酸盐岩储层中的应用

利用地震资料进行碳酸盐岩储层油气预测是一项复杂的工作。传统的预测方法是通过沉积相带的研究, 在有利相带内部署钻井。这种方式具有很强的人为性, 经常出现主观左右客观的局面, 造成不可避免的风险。而利用地震参数进行油气预测的方法具有很强的客观性, 预测的可信度更高。图 3 为经过 30 年勘探的某碳酸盐岩气田的一条过井预测剖面, 利用地震多参数预测方法, 较好的识别了产气的井位于较高的预测值区间, 而干井主要位于预测的不利区内。

3.3 火山岩储层预测中的应用

随着技术的进步和勘探向深层次发展, 松辽盆地北部深层火山岩储层预测成为一项富有挑战性的工作, 由于火山岩的复杂性, 预测火山岩储层的分布具有很大的难度。图 4 为在松辽盆地北部某二维工区选择的一条过井剖面(过 zsl 井的线)进行地震多参数及非线性预测处理研究。由于该井在基底火山岩获得工业气流, 因此, 在基底附近开窗进行了多参数无井综合预测、关联维预测、混沌预测、突变预测、有效吸收系数预测等 5 种参数的预测。图中过 zsl 井的位置表现为多参数综合预测高值, 与钻井结果符合较好。

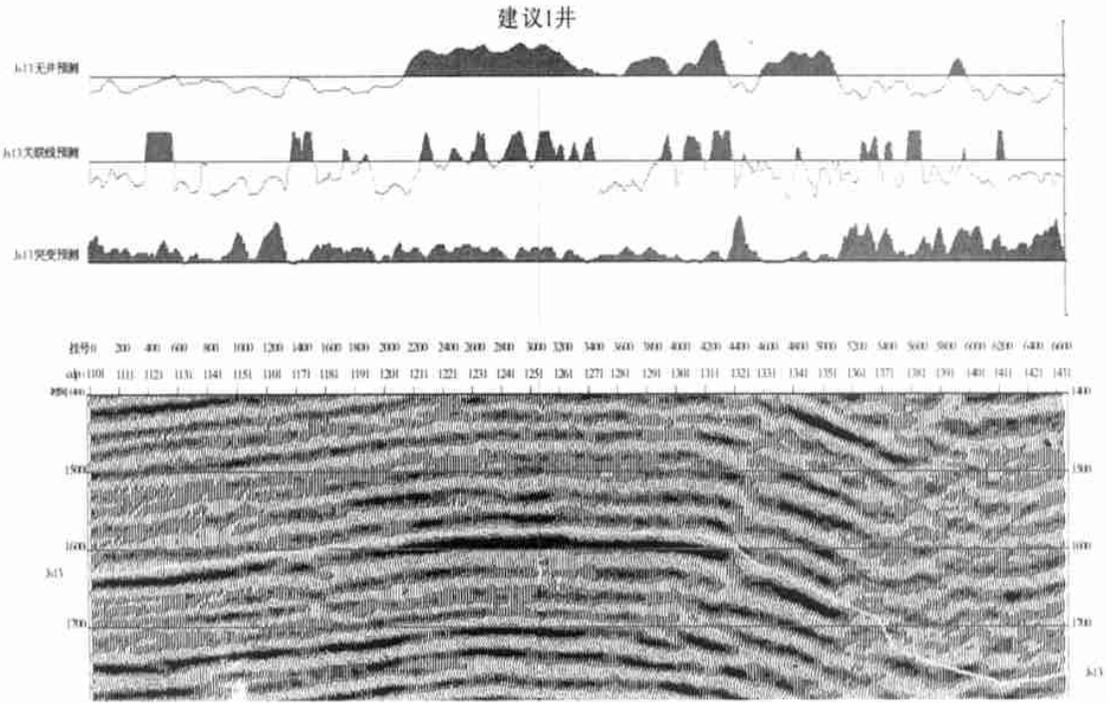


图2 川西坳陷某测线地震多参数预测剖面

Fig. 2 Seismic multiparameter oil gas prediction profile across an traverse line in West Sichuan depression

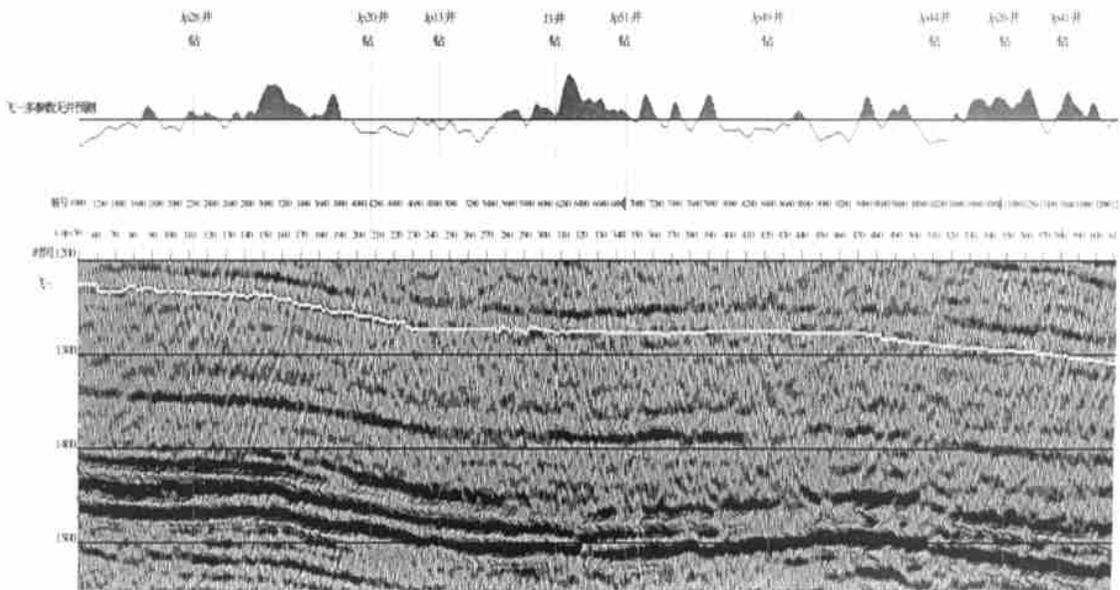


图3 渝东某测线地震多参数预测剖面

Fig. 3 Seismic multiparameter oil gas prediction profile across an traverse line in eastern Chongqing

3 结论

地震资料油气预测是油气勘探降低风险实现勘探效益最大化的重要措施,特别是在国有油公司转变为以资产转化效率最大化为目标后的勘探开发井

位部署中,更加需要对部署的井位进行全面的论证,尽量降低风险,实现勘探效益最大化。地震资料多参数油气预测方法是一套适应目前勘探开发要求的重要方法技术,值得深入的研究和进一步的推广。

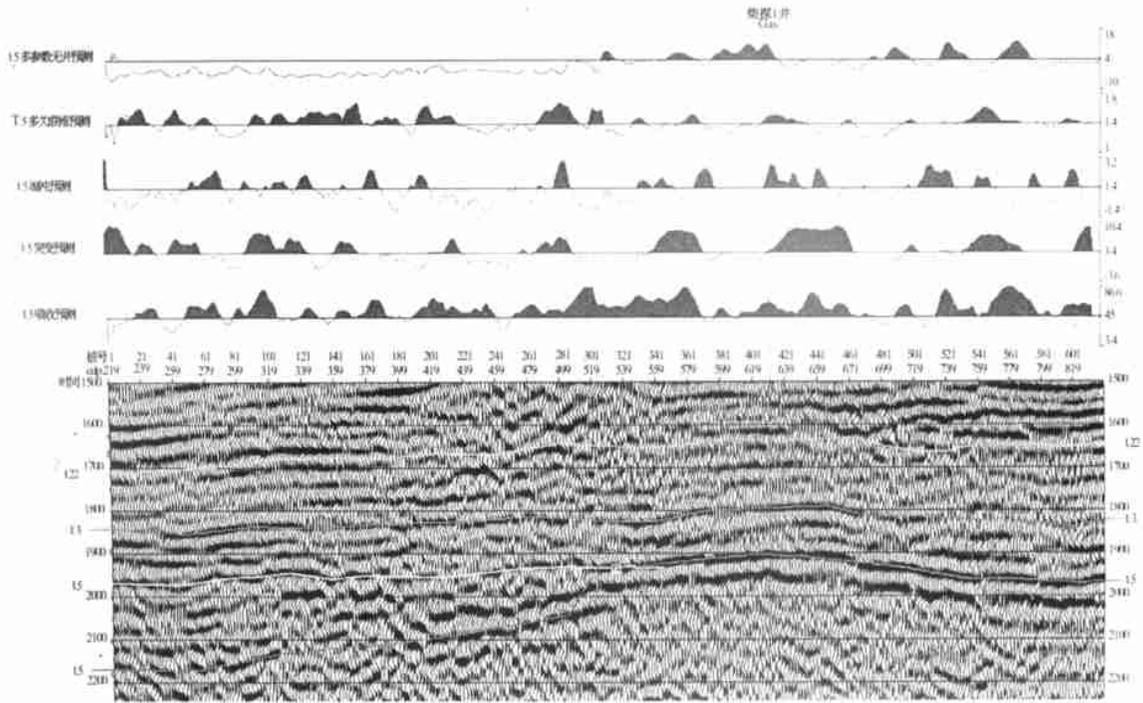


图 4 松辽盆地某测线地震多参数预测剖面

Fig. 4 Seismic multiparameter oil-gas prediction profile across an traverse line in the Songliao Basin

参考文献:

- [1] 许多, 李显贵, 刘殊, 等. 合兴场地震资料吸收油气预测研究 [J]. 物探化探计算技术, 2000, 22(1): 56-58.
- [2] 王斌, 李显贵, 文雪康. 动态时窗多参数油气预测技术在柏桠的

应用[J]. 物探化探计算技术, 2000, 22(1): 179-183.

- [3] 李正文, 李琼, 吴朝容. 沉积盆地有效储集层综合识别技术 [M]. 成都: 四川科技出版社, 2002, 44-57.
- [4] 曹建福, 韩崇昭, 方洋旺. 非线性系统及应用 [M]. 西安: 西安交通大学出版社, 2001.

The application of the seismic multiparameter oil-gas prediction method

WU Chao-rong¹, LI Zheng-wen¹, DUAN Wen-shen², LI Xian-gui²

(1. Faculty of Information Engineering, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, Sichuan, China; 2. Southwestern Branch, SINOPEC, Chengdu 610081, Sichuan, China)

Abstract: Seismic multiparameter oil-gas prediction method is based on thirty-five characteristic parameters such as Fourier spectrum, power spectrum, autocorrelation, autoregression and amplitude, and applied to the delineation of oil and gas anomalies according to general linear classification. The method is relatively objective and highly confident, and thus successively applied to the prediction and recognition of the clastic rock, carbonate rock and volcanic rock reservoirs. Due to its merits of wide application and great economic values, the method may well meet the needs of the exploration and development for petroleum companies.

Key words: multiparameter prediction method; clastic rock; carbonate rock; volcanic rock; reservoirs