

分频技术在储层预测中的应用

余 鹏

胜利油田分公司物探研究院

摘要:牛9井区在地质上是一个长期困扰研究人员的地方,虽经过了多次常规地震资料处理,其储层分布问题一直未能得到很好地解决。我们运用分频反演、小波分频成像、时频三原色地震综合处理解释新技术,得到了比较清晰、合理的储层解释结果。

关键词:分频反演;小波分频成像;时频三原色;储层预测

1 问题的提出

东营凹陷牛庄洼陷牛9(N9)井在2304.2m处钻遇2.7m油水同层,日产油30t。而其西南方向相隔几百m的N9-1落空。地震资料标定结果表明,N9-1和N9井同层位砂体位于1.93s的同一可追踪的强相位上,无法识别油层边界(图1)。针对N9井区的地质条件与储层预测难点,我们采用分频反演、小波分频成像、时频三原色等技术,取得了很好的储层描述结果。

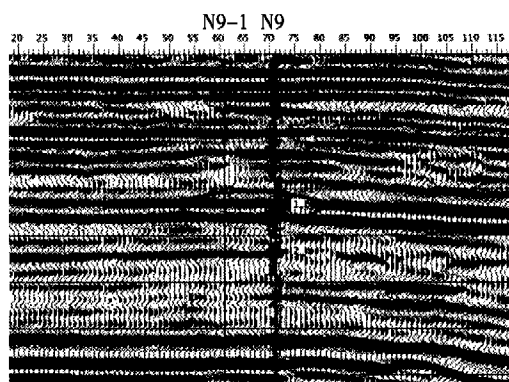


图1 N9—N9-1井原地震剖面

2 分频反演

2.1 分频反演的特点

常规反演在少井区多采用稀疏脉冲反演方法,在多井区则采用模型反演。稀疏脉冲反演是在地震主频控制下得到反演结果,而地震资料有效频带中

的相对高频和相对低频的潜力没有充分利用,且提取的子波形态对反演结果影响很大,这必然影响该方法的预测精度和反演分辨率。模型反演的纵向分辨率虽然比较高,但因非常依赖于解释的层位、测井曲线和沉积模式建立的初始模型。因层位解释因人而异、沉积模式先入为主且无法建立复杂的地层接触关系,所以这种模型容易抹杀上倾尖灭、地层超覆等地质现象,对隐蔽油气藏的识别非常不利。因此,我们开始考虑应用分频反演方法。与目前的谱分解有所不同,分频反演依靠测井和地震资料研究不同探测频率下的振幅响应(AVF),将AVF作为独立信息引入反演,合理利用地震低、中、高频带信息,从而减少了薄层反演的不确定性,可以得到一个高分辨率的反演结果。同时它也是一种无子波提取、无初始模型的高分辨率非线性反演,可以更真实地反映地层接触关系、砂体厚度变化及空间展布特征。

2.2 分频反演实现方法

(1)分频层位标定:利用波阻抗曲线的波组特征与不同频段道积剖面对比、微调,必要时进行合理的拉伸、压缩。

(2)地震分频属性提取:①在地震剖面上追踪目的层段的顶底界面;②随机抽取多条地震道进行频谱分析,掌握地震频宽、低频、主频、高截频等情况,设计分频参数;③利用设计好的分频参数对地震数据进行分频,产生不同频段的数据体。

(3)建立地震分频属性与测井资料非线性映射

收稿日期:2005-11-15;修订日期:2005-12-02

作者简介:余鹏,男,助理工程师,2002年毕业于大庆石油学院油藏工程专业,主要从事地震资料解释、测井约束反演和油藏描述工作,现在中国石油大学(华东)攻读硕士学位。联系电话:13589965323, E-mail: yyp@slf.com, 通信地址:(257022)山东省东营市北一路210号物探研究院物探方法室。

关系:①利用井的波阻抗曲线和解释层位得到低频模型;②利用支持向量机建立分频属性和目标之间的非线性关系。

可进行多次学习,直到对反演结果满意为止。

2.3 分频反演结果

通过分频反演,在波阻抗剖面(图2)和N9井出油砂体处的泥质含量地层切片(图3)上可以清楚地看到N9-1和N9之间存在明显的物性差别。

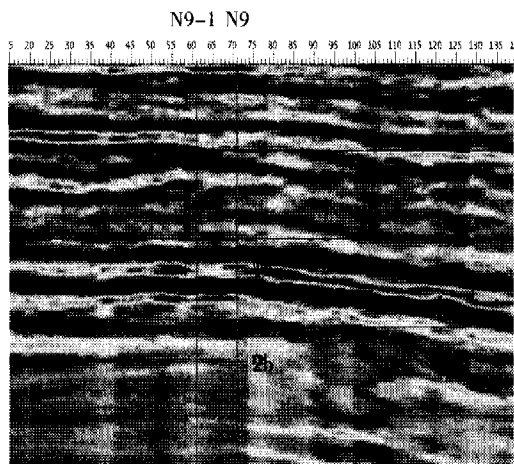


图2 N9—N9-1井分频反演剖面

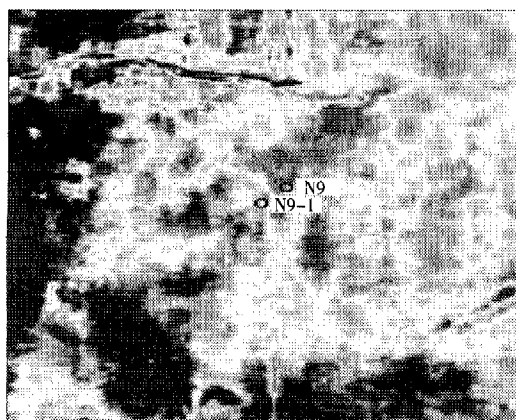


图3 研究区泥质含量地层切片

3 小波分频成像

每一个地质体都有一个最佳的成像频带,所以提高分辨率的另一个途径是分频成像。我们可以在一定的带宽之下通过突出某一频带而对储层准确成像。

图4是提高分辨率以后所做的15Hz的分频剖面,从图上可以看到砂体所在地层的倾向和走向,但不能分辨砂体的展布和储层物性的差异。

图5是提高分辨率以后所做的50Hz的分频剖面,可见N9和N9-1之间储层的差别已经可以有初步揭示。图6是提高分辨率以后所做的60Hz的分频波形聚类,可以清楚地看到N9和N9-1位于不同的地震微相上。

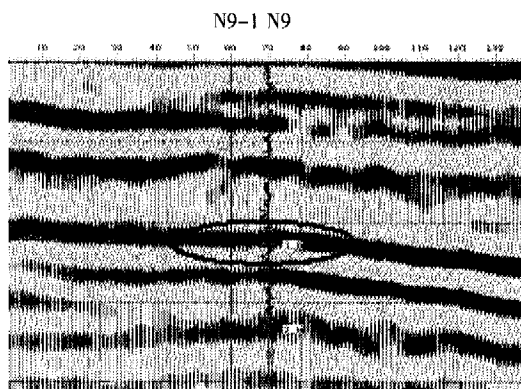


图4 N9—N9-1井区15Hz分频剖面

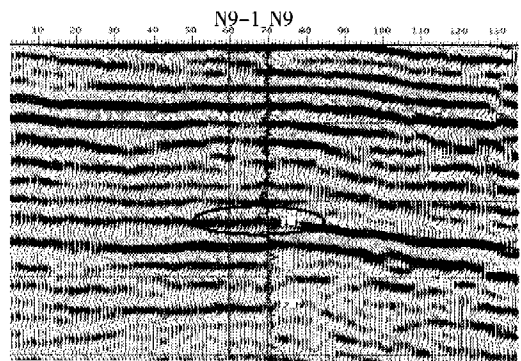


图5 N9—N9-1井区50Hz分频剖面

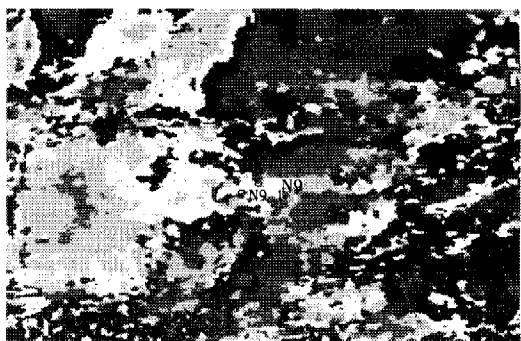


图6 N9—N9-1井区60Hz分频波形聚类图

4 时频三原色

用地震资料做岩性岩相预测时用的多是能量信息,如振幅,波阻抗等。但单一地震信息的多解性较强。减少多解性的做法是多种信息综合分析。频率是地震资料中的另一重要信息,因以往其数学定义不严格、物理意义不明确而没有得到广泛应用。

我们运用了时频三原色技术。时频三原色技术不是单一频率属性而是一种时间—频率属性。它用小波变换做时频分析,将一维时域信号转换成时间和频率的二维信号,通过时空变化揭示地质现象,提高了纵向分辨率。它将低、中、高频用红绿蓝表示,每一样点表现的优势频率用三色叠和显示。这种方法大大提高了频率计算的精度和稳定性,并且能很好地反映层序体界面形态和沉积韵律特征,对相带解释有现实意义。由于时间和频率的二维信号具较高的纵横向分辨能力,可看出N9与N9-1井之间的频率差别,从而反映出两井之间存在物性差别(彩色图上清晰可辨)(图7)。

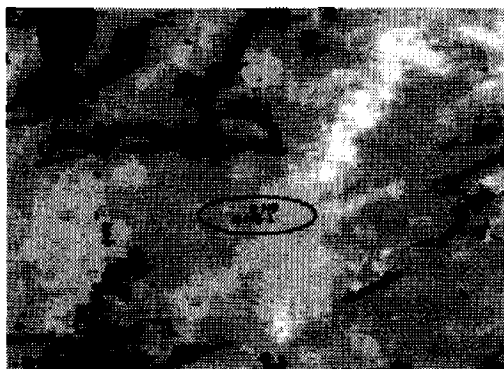


图7 N9—N9-1井区时频三原色切片

5 结论

(1)用有色反演、小波分频、时频三原色等技术,可在高分辨率地震体上识别储层的细微变化。

(2)有色反演技术较直观地反映了两井之间的波阻抗差异;低频体反映构造的总体趋势,高频体能区分两井之间存在的波形差异;时频三原色从

频率的角度反映了储层的纵横向变化。

(3)综合利用上述地震分频技术,从地震体的不同侧面对储层岩性进行地质、测井、地震综合分析,可有效降低油气预测风险。

参考文献

- [1] 张军华,乐友喜,阮建新.小波变换法分频静校正.石油物探,1997,36(1):52~55
- [2] 刘文霞.分频处理技术在辽河深层地震资料处理中的应用.石油物探,2001,40(2):116~120
- [3] 宿淑春,王晓华.分频波阻抗反演方法及其应用.石油大学学报(自然科学版),2000,24(1):85~87
- [4] 居兴华.地震资料分频处理的应用及效果.物探与化探,1994,18(5):331~338
- [5] 王西文,刘全新,高静怀等.地震资料在小波域的分频处理与重构.石油地球物理勘探,2001,36(1):78~85

Application of spectral decomposition technique in reservoir prediction

YU Peng (Geophysical Research Institute of Shengli Oilfield Ltd. Co., Dongying 257022, China)

Abstract: The researchers are puzzled geologically by Well Niu 9 well field much longer, although the data had been processed for many times the distribution of reservoirs were not defined exactly. Therefore, the integration of spectral decomposition, wavelet spectral decomposition imaging and time-frequency were applied to achieve more distinct and reasonable result of reservoir interpretation.

Key words: spectral decomposition inversion, wavelet spectral decomposition imaging, time-frequency tricolor and reservoir prediction

+++++

特别推荐

中国国家天然气科技攻关学术研讨会论文专辑

2005年8月出版的《石油勘探与开发》和《天然气地球科学》隆重推出“中国国家天然气科技攻关学术研讨会论文专辑”。42篇专题论文及文后析出的大量参考文献为石油地质工作者尤其是从事天然气研究的人员献上了一份丰盛的大餐。

向大家推荐的以讨论天然气为主的国内期刊还有四川石油管理局和中国石油西南油气田分公司主办的《天然气工业》;长江大学主办的《石油天然气学报》;中国石油西南油气田公司勘探开发研究院主办的《天然气勘探与开发》。

敬请大家关注。

《油气地球物理》编辑部