

时频技术在薄互层地区的应用

陈珊

中国地质大学(北京)能源学院, 北京, 100083

薄互层是我国陆相盆地中常见的储层发育模式, 但由于薄层的调谐作用, 且地震资料分辨率有限, 一个反射同相轴通常是多个薄互层之间相互干涉的综合反映, 且振幅的强弱还受岩石波阻抗相对大小的影响, 难以利用时间域的振幅属性来进行沉积相或储层预测研究。

而时频技术可以将时间域的地震信号转换到频率域, 在频率域挖掘地震资料的有用信息。由于时频属性受波形、能量影响较小, 且在一定时窗范围内较稳定, 适合于复杂的薄互层区。目前频率域的各种属性被广泛应用于沉积相带、储层预测、油气检测等研究领域。

本文在简单阐述匹配追踪时频谱分解算法原理的基础上, 采用 Liu Jianlei (2006) 提出的改进的匹配追踪算法在实际生产中进行应用, 取得了较好的效果, 并得到了一些有益的认识。

1 基于 Ricker 子波的匹配追踪算法

匹配追踪分解算法 (Mallat, et.al, 1993) 是目前比较流行的时频技术算法, 它具有较高的时频分辨率及局部自适应性, 能同时在时间域和频率域获得较准确的定位, 但由于计算量巨大, 效率较低, 影响了在实际生产中的广泛应用。不少专家学者对该算法进行了改进 (Liu Jianlei, 2006; Wang Yanghua, 2007, 2010; 张显文等, 2010; 黄捍东等, 2012), 希望提高其实用性和准确性。

通过比较上述多种匹配追踪算法后, 从实用的角度选择了 Liu Jianlei (2006) 提出的基于 Ricker 子波匹配追踪的算法。该算法引入了信号的瞬时特征, 由信号的复分析可以得到瞬时振幅、瞬时相位和瞬时频率, 以瞬时振幅最大处对应的的时间作为延时的初始值, 并得到延时处的瞬时相位和瞬时频率, 依靠信号的瞬时特征给出控制参数的初始值,

避免了整个子波库的搜索, 缩小了过完备子波库的搜索范围, 大大加快了匹配追踪的计算效率, 缩短了匹配追踪的耗时, 实用性较强。

匹配追踪算法的核心思想是将信号表示为一系列与信号局部结构特征最佳匹配的时频原子的线性组合 (图 1)。通过计算地震信号的局部瞬时属性, 选择匹配最佳的时频原子进行叠加重构。

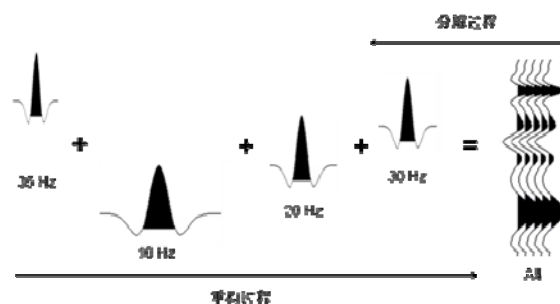


图 1 匹配追踪时频分析核心思想

2 实际资料应用效果

研究区为一个宽缓的斜坡构造, 古地形起伏不大, 原始坡度很小, 区内断裂不发育, 寻找上倾尖灭型岩性圈闭是该区的重点。目的层段为一套砂泥岩互层的地层, 单砂层较薄, 一般为 1.5~6m。物源来自正西及西北方向, 辫状河三角洲平原沉积由北向南展布。研究区岩石物理规律不明显, 砂岩和泥岩的波阻抗差异不大, 利用振幅信息以及叠后反演都很难区分岩性。

通过常规的方法提取目的层段均方根振幅属性 (图 2(a)), 显示在工区西南部砂岩较发育, 北部砂岩较少。这与研究区的物源方向和沉积体系展布方向矛盾。采用基于匹配追踪技术提取的峰值频率属性显示 (图 2(b)), 在工区西北部砂岩较发育, 符合越靠近物源的地方砂岩越发育的沉积规律。

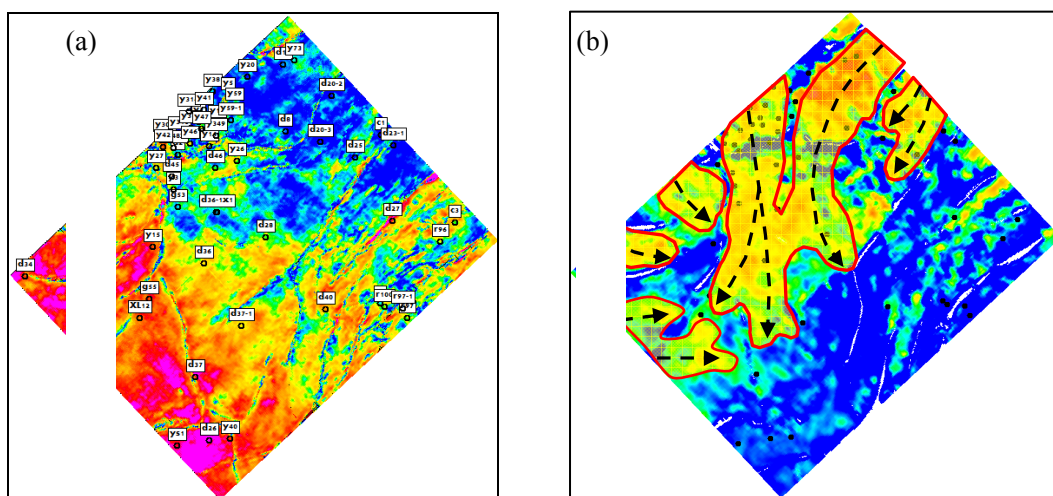


图 2 目的层段地震属性图

(a)均方根振幅属性; (b)峰值频率属性

同时，峰值频率属性图揭示的沉积体的展布方向和规律，与井上砂地比图（图 3）基本吻合，这也说明了峰值频率属性的合理性，可以作为沉积相研究的主要参考图件之一，与砂地比图结合起来刻画沉积相。

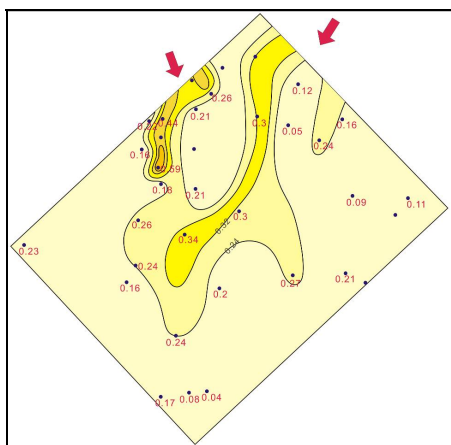


图 3 研究区砂地比图

3 结论

(1) 匹配追踪技术能在保证计算效率的同时，保证地震记录瞬时属性计算的准确性，并保持较高的时频分辨率。

(2) 基于匹配追踪技术的峰值频率属性尤其适用于岩石物理特征不明显、储层厚度薄的地区，可以达到区分岩性的目的，这也是薄储层地区常规振幅属性和叠后反演技术难以解决的问题之一。

(3) 结合砂地比图和地震属性图可以精细刻画沉积微相，是对传统沉积相分析的进一步完善，将地质和地震更紧密的结合在一起，半定量的分析沉积相，为有利储层的寻找提供更加量化更加精准的依据。

参 考 文 献 / References

Liu Jianlei. 2006. Spectral decomposition and its application in mapping stratigraphy and hydrocarbons. Advisor: Kurt J. Marfurt. Doctoral Dissertation of Geosciences University of Houston.

Mallat S G, Zhang Z F. 1993. Matching pursuits with time-frequency dictionaries. IEEE Transactions on Signal Processing, 41(12): 3397~3415.

Wang Yanghua. 2007. Seismic time-frequency spectral decomposition by matching pursuit. Geophysics, 72(1): V13~V20.

Wang Yanghua. 2010. Multichannel matching pursuit for seismic trace

decomposition. Geophysics, 75(4): V61~V66.

Yanghua Wang. 2007. Seismic time-frequency spectral decomposition by matching pursuit. Geophysics, 72(1): V13~V20.

黄捍东, 郭飞, 汪佳蓓, 任敦占. 2012. 高精度地震时频谱分解方法及应用. 石油地球物理勘探, 47(5): 773~780.

屈念念, 刘江平, 李家斌. 2009. Ricker 子波匹配追踪算法及其改进. 工程地球物理学报, 6(6): 740~745.

张显文, 韩立国, 王宇. 2010. 地震信号谱分解匹配追踪快速算法及其应用. 石油物探, 49(1): 1~6.