

地震属性优化技术在胜利油田 CJZ 东坡的应用

童思友¹, 刘怀山¹, 陈容²

(1. 中国海洋大学海洋地球科学学院 山东 青岛 266003; 2. 化学化工学院, 山东 青岛 266003)

摘 要: 随着地球物理勘探技术的发展, 为寻找油气藏提供了许多可靠的手段。近年来, 地震属性作为一种有效的手段, 发展迅速, 在储层预测中发挥了巨大的作用。但是, 由于地震属性多达几十种, 其代表的地质意义也不同, 且在不同地区发挥的作用也不一样。因此, 针对各个地区的特点, 需要对地震属性进行优化。在 CJZ 东坡 YB 三维的储层预测研究中, 成功地进行多属性提取和优化, 并取得了满意的效果。

关键词: 地震属性; 优化; 储层; 预测

中图分类号: P631.4 **文献标识码:** A

地震属性是指从地震数据中导出的关于几何学、运动学、动力学及统计特征的特殊度量值^[1]。它主要是充分利用现有的地震资料, 最大限度的利用地震资料中各种地球物理属性参数的地质意义。地震属性与所预测对象之间的关系是十分复杂的, 在对不同工区和不同储层进行预测时, 各种地震属性的敏感程度是不完全相同的; 即使在同一工区、同一储层, 因预测对象不同, 其对应的敏感地震属性也存在差异; 地震属性优化技术可以提高地震储层的预测精度, 可以更有效地进行储层描述, 进一步提高钻井成功率, 具有显著的经济效益和社会效益^[2]。因此, 笔者在对 CJZ 东坡 YB 三维资料的精细解释时, 在原有成果剖面的基础上, 与多种技术相结合, 成功地应用地震属性优化技术进行储层预测, 取得了较好的效果, 提出了 2 个新的有利目标区。

1 地震属性优化方法

地震属性是根据地震记录测量或计算统计出来的一系列参数^[3~4], 如振幅、频率、波阻抗、速度、时

间等。提取地震属性是解释人员从地震数据中获取大量信息的一条重要捷径, 地震属性也是量化储层特征的一种工具^[5]。

地震属性多达几十种, 应用单一的地震属性研究油藏特征有很多的不确定性。特别是在属性研究中普遍存在地震属性所固有的而不是由误差引起的多解性, 使得应用地震属性研究油藏特征, 进行岩性与油气预测的难度加大^[6]。针对不同地区资料, 进行地震属性的对比, 选取几种效果明显的属性, 进行地震属性优化就十分必要^[7]。地震属性的优化目的就是众多的属性参数中挑选出与研究目标关系最密切、反映最敏感的少数属性, 利用优化后的地震属性进行目标层的储层参数(孔隙度、泥质含量等)反演。地震属性优化方法有很多, 如聚类分析、RS 决策分析、因子分析和 GA-BP 分析算法等, 笔者简述前两种地震属性优化方法。

1.1 聚类分析法

它是按照客体在性质上或成因上的亲疏关系, 对客体进行定量分类的一种多元统计分析方法^[8,9]。这种分类方法可突破传统地质学建立的一些定性分

收稿日期: 2004-02-20; 修回日期: 2004-04-18

基金项目: 国家高新技术研究发展计划(863)项目(2001AA 602018)

作者简介: 童思友(1969-), 男, 讲师, 现在中国海洋大学从事教学与科研工作, 发表论文数篇。

类系统, 得到更合理的分类结果。

按照聚类分析法原理, 又可分为聚合法聚类分析和分解法聚类分析等。聚合法聚类分析方法是常用的聚类分析方法。聚类分析遵循以下原则:

(1) 若选出的一个样品或变量在分好的群中从未出现过, 则把它们形成一个独立的群。

(2) 若选的一对样品或变量, 有一个已在分好的群中出现过, 则把另一个样品或变量也归入该群中。

(3) 若选出一对样品或变量都分别出现在已分好的两群中, 则把两群连结成一个新群。

(4) 若选出一对样品或变量都出现在同一群, 则这个样品就不再分群了。

1.2 RS 决策分析法

它是对不完整数据进行分析、推理, 发现数据间的关系, 提取有用属性, 简化信息处理, 研究不精确、不确定知识的表达、学习和归纳方法等^[10]。基于 RS 理论具有对不完整数据进行分析、推理、发现数据间的关系、优化条件属性组合的能力; 自组织神经网络具有较强的自组织能力, 提出将 RS 理论与自组织神经网络结合起来进行优化地震属性的 RS 决策分析法。

在 RS 决策分析中, 由于 RS 理论优选条件属性组合只能使用量化属性, 所以, 连续条件属性量化是制约 RS 理论应用的关键问题。条件属性量化的最优化准则为用最少的条件量化参数, 使量化后的数据表相容。因此, 选用自组织神经网络对条件属性的每一维进行分类, 其分类结果即为该条件——属性的量化结果。

其主要步骤如下:

(1) 用自组织神经网络方法对条件属性值进行分类, 其分类结果即为该条件属性的量化结果。

(2) 对井点的储层参数(如孔隙度值)进行分类, 做决策属性。

(3) 在井旁选取 N 道, 将 N 道的地震属性与决策属性组成决策表。

(4) 采用 RS 理论优选出地震属性个数最少的属性组合(即优化的地震属性组合)。

(5) 用优化的地震属性组合进一步提取决策规则的核值。

2 应用实例

2.1 勘探现状

本次研究的 CJZ 东坡 YB 三维位于 CJZ 凸起的

倾没端, 南靠 FL 洼陷, 北临 GN 洼陷, 下第三系向凸起依次超覆沉积, 馆陶组及其上部地层覆盖其上。区内断层稀少, 难以形成有利的构造圈闭。早期的勘探以沙河街组超覆油藏为主。早期部署的多口井主探沙河街组, 兼探馆陶组小幅度断块构造, 但各井相继落空, 导致该区勘探徘徊不前的局面。由于目前 CJZ 凸起东段西部已发现了 CJZ 油田, 它的主要含油层系是上第三系馆陶组下段, 油藏类型以地层超覆、岩性油藏为主。油气主要成藏于馆陶组下段上部的 1、2 砂组, 受区域盖层条件的限制, 油气主要分布于潜山面之上第一套稳定的泥岩隔层之下 50 m 左右的井段; 同时又受到地层超覆和河道砂体岩性变化的控制, 是以岩性控制为主的构造岩性油藏。综合分析, 东部与西部具有相似的地质特征和构造特征, 应具有相似的成藏条件, 说明本区具有较有利的勘探前景。

2.2 地震资料品质分析及提高品质处理

YB 三维叠后资料同相轴连续性欠佳, 信噪比不是很高, 分辨率较低, 有效频带窄, 使得地震资料无法准确的反映储层的横向展布情况, 特别是薄互层、砂岩体等岩性特征反映不是很明显(图 1)。而地震资料的分辨率和信噪比是储层分析取得地质效果的前提和基础。因此, 在此数据体的基础上, 通过解释人员与处理人员的共同努力, 精选处理模块与参数, 进行 YB 三维叠后提高信噪比和分辨率的特殊处理。经处理后的数据, 其分辨率和信噪比得到一定程度的提高, 储层的横向展布特征有了明显的改善(图 2)。在此资料基础上进行储层追踪, 可以使储层的追踪质量有较大提高, 为储层的预测奠定了良好的基础。

2.3 构造特征研究

精确落实圈闭构造形态是圈闭描述的基础, 对储层预测工作亦需建立在精细的构造描述基础之上。本次构造特征研究主要运用了以下几项技术:

(1) 高精度合成地震记录制作。合成地震记录是构造解释、储层分析、油藏描述等基于地震资料, 特别是三维地震资料的地震各种物探新方法、新技术的关键环节。通过准确的层位标定可以确定地层层位、剖面极性, 求取地层速度与时深关系; 分析储层在地震上的反映, 了解地震反射所包含的地质意义。

(2) 断层识别解释。目前, 该区的勘探目标包括构造油气藏和隐蔽油气藏, 需要对复杂的地质情况进行更深入的研究, 因此高质量的地震资料 and 解释技术起到关键作用。构造的落实首先是断层的落实。复杂

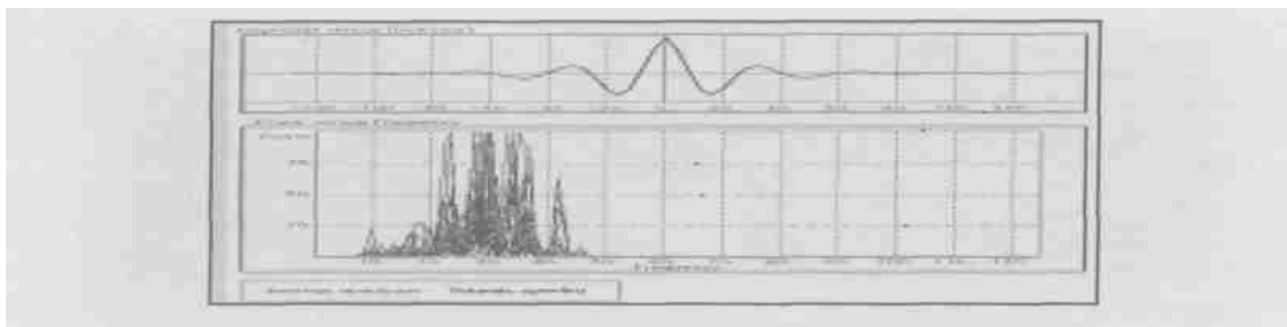


图 1 YB 三维地震资料频谱分析图

Fig. 1 The frequency spectrum of YB 3-D seismic data

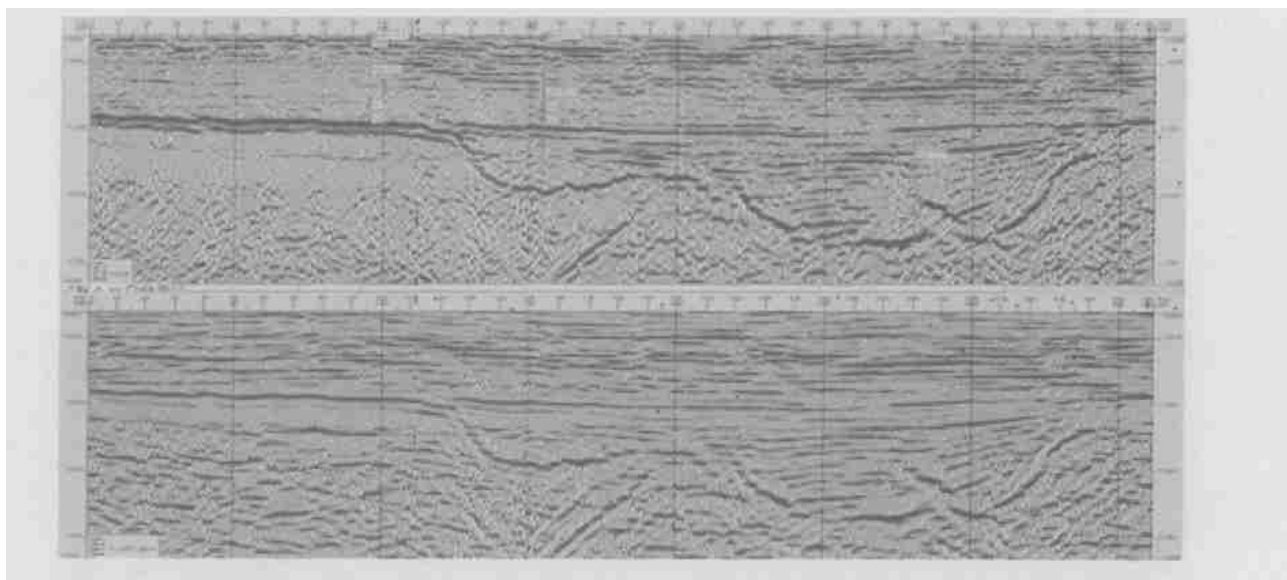


图 2 叠后提高分辨率和信噪比处理前(上)后(下)效果对比

Fig. 2 The effect contrast between before (top) and after (bottom) post-stack improvement of distinguish-ability and S/N ratio

地区的断层多且分布复杂, 利用常规解释方法一是会漏掉一些小断层; 二是难于把握各断层的空间展布和断点组合方式, 而这些断层和断点的组合方式对油田的勘探和开发是至关重要的。

(3) 三维可视化综合解释。三维地震可视化综合解释技术是图像解释技术, 是解释技术的一项革命, 能够十分直观的反映三维数据体的各项特征, 为精细的属性提取提供方便。

(4) 变速成图。现在的勘探程度和技术发展水平使应用三维变速的观点进行油气勘探成为可能。利用该区现在的资料积累、软硬件环境和技术, 成功地实现了三维变速成图。

2.4 储层预测

在进行地震储层预测时, 通常引入与储层预测有关的各种地震属性。地震属性的引入通常要经过一个从少到多, 又从多到少的过程。所谓从少到多, 是指在设计预测方案的初期阶段应该尽量多的列举出各种可能与储层预测有关的属性。这样可以充分利用各种有用的信息, 吸收各方面专家的经验, 改善储层预测的效果。从多到少, 即地震属性的优化过程。

地震属性主要分叠前和叠后两种^[11]。本次研究在合理提高信噪比与分辨率及精细的构造特征研究之后, 提取众多叠后储层属性, 进行综合分析, 最终进行属性优化, 选取多种效果明显的属性参数(图 3、图 4), 结合已有勘探成果和地质认识, 对地震相分类图与各种其他振幅类, 比值类地震属性进

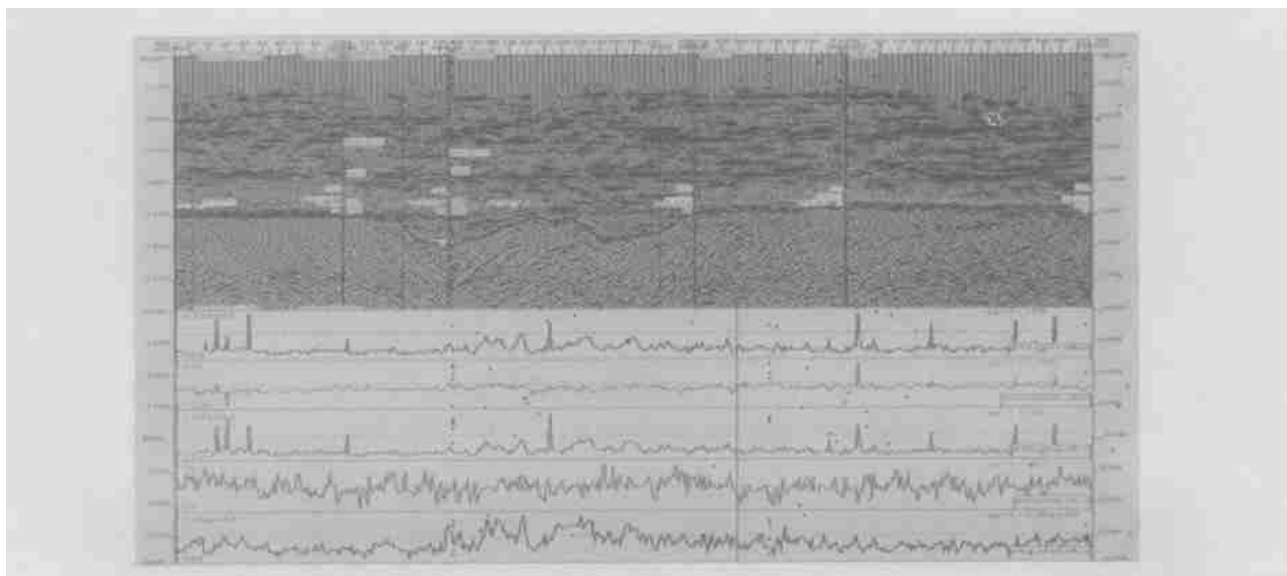


图3 馆陶组下段砂层地震属性对比剖面图

Fig. 3 The profile contrast of seismic attributes of sand bed of Lower Guantao Fm.

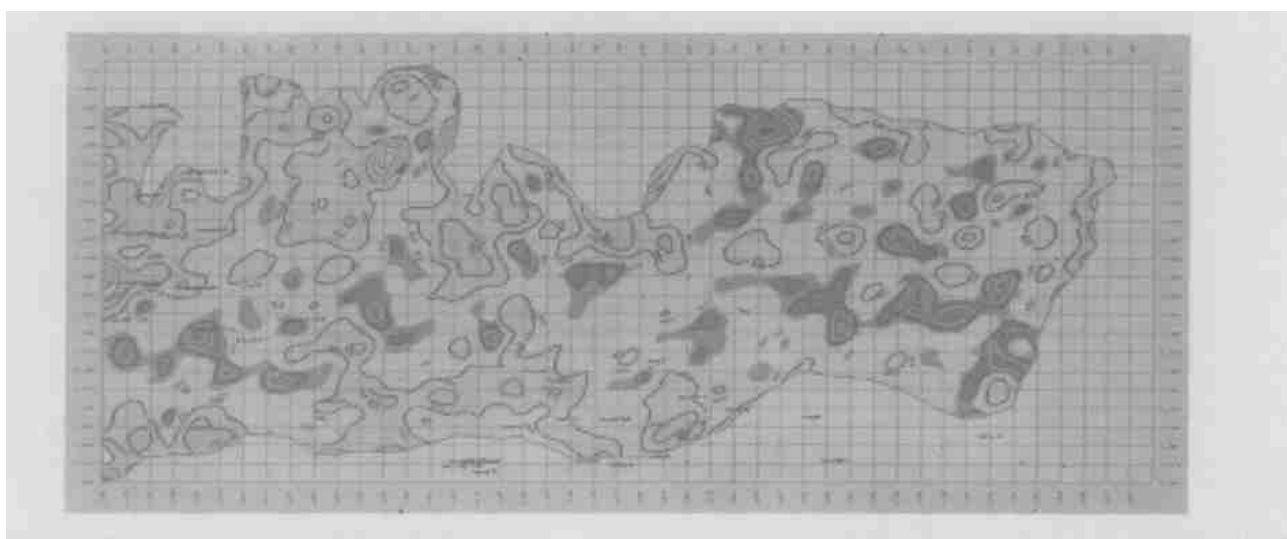


图4 馆陶组下段砂层最大振幅图

Fig. 4 The biggest amplitude of sand bed of Lower Guantao Fm.

行综合分析, 识别出储集层或有利油气带分布范围, 并利用地震数据体的三维立体透明显示, 结合地质、钻井、测井资料实现由地震相向沉积相的转换与识别, 为有利油气带范围的划分提供可靠的地质依据, 提出两个有利目标区, 并确定了具体的钻探井位。

3 结语

处理解释一体化模式, 提高了 YB 三维地震资

料的品质及利用质量。储层预测的精度与属性优化的质量密切相关, 地质专家的参与提高了多种地震属性优化的质量。

通过研究, 对有利目标区进行了详细的预测与评价, 确定了具体的钻探井位。同时探索出了一套地震资料精细解释的有效方法和技术路线, 形成一套服务于油田勘探开发的三维地震资料解释技术。

参考文献:

- [1] 严又生译. 地震属性及其分类[J]. 国外油气勘探, 1997, 9 (4): 529-530.
- [2] 于建国, 姜秀请. 地震属性优化在储层预测中的应用[J]. 石油与天然气地质, 2003, 24 (3): 291-295.
- [3] 牛毓荃. 石油物探新技术系列调研成果[M]. 北京: 石油工业出版社, 1996.
- [4] 陈遵德. 储层地震属性优化方法[M]. 北京: 石油工业出版社, 1998.
- [5] 徐基祥. 偏移和反演技术进展[A]. SEG 第 69 届年会论文概要[C]. 北京: 石油工业出版社, 2000.
- [6] 曹辉. 关于地震属性应用的几点认识[J]. 勘探地球物理进展, 2002. 10, 25 (5): 18-22.
- [7] 杨红霞. 地震理论的研究与新进展[A]. SEG 第 70 届年会论文概要[C]. 北京: 石油工业出版社, 2002.
- [8] 谭河清, 彭存仓, 武国华, 等. 灰色聚类分析在孤东地区油气勘探中的应用[J]. 石油与天然气地质, 2003. 3, 24 (1): 97-101.
- [9] 文环明, 肖慈, 甄兆聪, 等. 动态聚类分析在储层分级中的应用[J]. 物探计算技术, 2002. 11, 24 (4): 323-327.
- [10] 陈遵德, 王玲. 地球化学样品分类的 RS 方法[J]. 物探与化探, 1998. 10, 22 (5): 348-353.
- [11] 孙建国. 从 SEG 第 69 届年会看地球物理技术发展现状[M]. 北京: 石油工业出版社, 2000.

Applications of seismic attribute optimization and inversion prediction technology in CJZ eastern slope of Shengli Oil Field

TONG Si-you¹, LIU Huai-shan¹, CHEN Rong²

(1. College of Marine Geosciences, Ocean University of China, Qingdao 266003, China;

2. College of Chemistry and Chemical Engineering, Qingdao 266003, China)

Abstract: Along with the fast development of many geophysical techniques, a lot of reliable means appeared in researching more oil reservoir. During these years, seismic attributes as an effective technique play an important role in reservoir prediction. However, there are tens of seismic attributes which not only represent different geology meanings, but also have different effects in variant regions, so they need optimization as to the characteristics of different regions. In the research of eastern CJZ YB 3-D reservoir prediction, seismic attributes have been optimized and distilled successfully. In sum, we have obtained satisfying effect.

Key words: seismic attribute; optimization; oil reservoir; prediction