

GeoEast 解释系统在辽河拗陷 茨榆坨地区的应用

赵淑琴* 张瑞斌 方炳钟 柏桐

(中国石油辽河油田分公司研究院,辽宁盘锦 124010)

赵淑琴,张瑞斌,方炳钟,柏桐. GeoEast 解释系统在辽河拗陷茨榆坨地区的应用. 石油地球物理勘探,2014, 49(增刊1):137-141.

摘要 本文利用 GeoEast 解释系统在辽河拗陷茨榆坨地区开展了地震地质综合解释,在常规构造解释、储层预测和油气检测方面均取得较好应用效果。利用提取振幅曲率体方法刻画了茨榆坨潜山内幕裂缝发育特征,据此项成果部署了8口井,其中有两口井获工业油流,预测储量为 $6000 \times 10^4 \text{t}$,另有4口井见到油气显示,其余两口井尚未完钻。这些勘探成果打破了茨榆坨潜山勘探近十年的滞缓局面,取得重大进展。

关键词 GeoEast 解释系统 振幅曲率体 储层预测 裂缝特征 辽河拗陷

中图分类号:P631 文献标识码:A

1 工区概况

研究工区位于辽河拗陷东部凹陷北段茨榆坨地区。钻井资料显示,该区自下而上发育太古界、古近系沙河街组(沙三段、沙一段)、东营组、新近系馆陶组等地层,其中太古界、沙三段、沙一段为三套含油层系。截止目前,该区沙三上段累计探明石油地质储量为 $2500 \times 10^4 \text{t}$ 、探明天然气地质储量为 $5.65 \times 10^8 \text{m}^3$,太古界累计探明石油地质储量为 $34 \times 10^4 \text{t}$ 。

该区东侧紧邻东部凹陷北部最大的生油洼陷——牛居—长滩洼陷^[1],具有较好的油气源条件;茨东断层、潜山面、潜山内幕裂缝、次级小断层及砂岩储层共同构成了油气立体运移网络,其中茨东断层为最主要的油气疏导通道,油气运移条件好。该区油气勘探的关键问题是厘清储集体,即潜山裂缝发育区和沙三上段砂体有利储集相带的特征。

本次研究在充分利用地质、测井、钻井等资料的情况下,通过应用 GeoEast 解释系统中的属性提取与分析、油气检测等功能模块,对太古界潜山内幕裂缝发育特征、沙三上段有利储集相带展布特征进行刻画与预测,取得了较为理想的成果,为该区油气勘

探提供了可靠证据。

2 研究思路和应用技术

本次研究的技术路线是:收集地震、地质、测井、钻井、试油等资料,并统一加载到 GeoEast 解释系统,充分应用 GeoEast 解释系统的多种功能,在构造解释的基础上,进行储层预测和油气检测,刻画潜山内幕裂缝发育特征及砂岩储层有利储集相带分布特征,落实目的层段有效储集空间,为该区井位部署和储量预算提供依据。

本项研究除应用常规构造解释技术外,还用到地震属性提取与分析技术和油气检测技术。

2.1 常规构造解释技术

构造研究是油气勘探的基础。构造解释可给后续(沉积相研究、属性提取等)工作提供准确的地质研究单元,为储层反演提供准确的地质模型,其成果的可靠性直接影响最终研究成果的可信度^[2]。

本次构造解释分八个步骤进行,对应 GeoEast 的八个子系统:测井曲线预处理(GeoWellPre)、合成记录制作及层位标定(GeoWell)、相干体制作(GeoAttribute)、地震资料解释(GeoSeismic)、

* 辽宁省盘锦市中国石油辽河油田分公司研究院,124010。Email:zhaoshuqin2@163.com

本文于2013年12月28日收到,最终修改稿于2014年6月5日收到。

的一套方法^[3]。GeoEast 系统提供 100 余种体属性和 8 类 67 种沿层属性。本次提取了多倾角扫描、构造导向滤波、相干、振幅曲率、边缘检测和能量梯度等 6 种体属性及 53 种沿层属性,最终优选出对该区比较敏感的两属性:一种是对裂缝较敏感的振幅曲率(图 5),应用于裂缝预测,刻画潜山内幕裂缝发育特征;另一种是均方根振幅属性,应用于沙三上段储层平面分布范围预测(图 6)。

2.3 油气检测技术

GeoEast 系统提供三种油气检测技术,即基于双相介质理论的碳烃检测技术、无样本监督的模式识别和神经网络油气检测技术、有样本监督的模式识别和神经网络油气检测技术。本次采用其中第一和第三种油气检测技术对沙三上段储层有利储集相带进行刻画,基于双相介质理论的碳烃检测技术和有样本监督的模式识别技术(SPR)的应用结果见图 7。

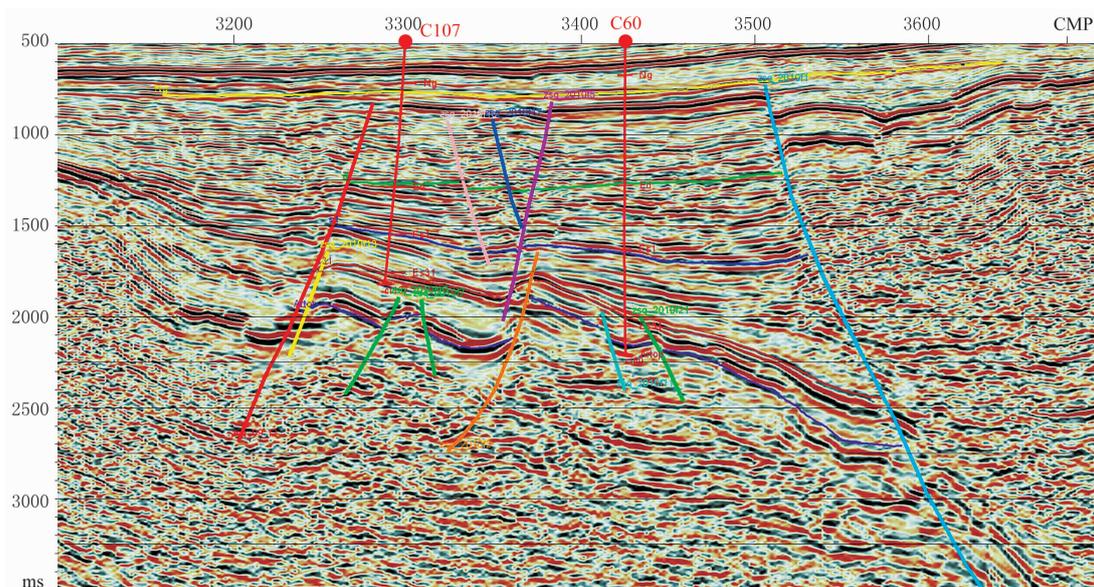


图 3 断层解释典型地震剖面

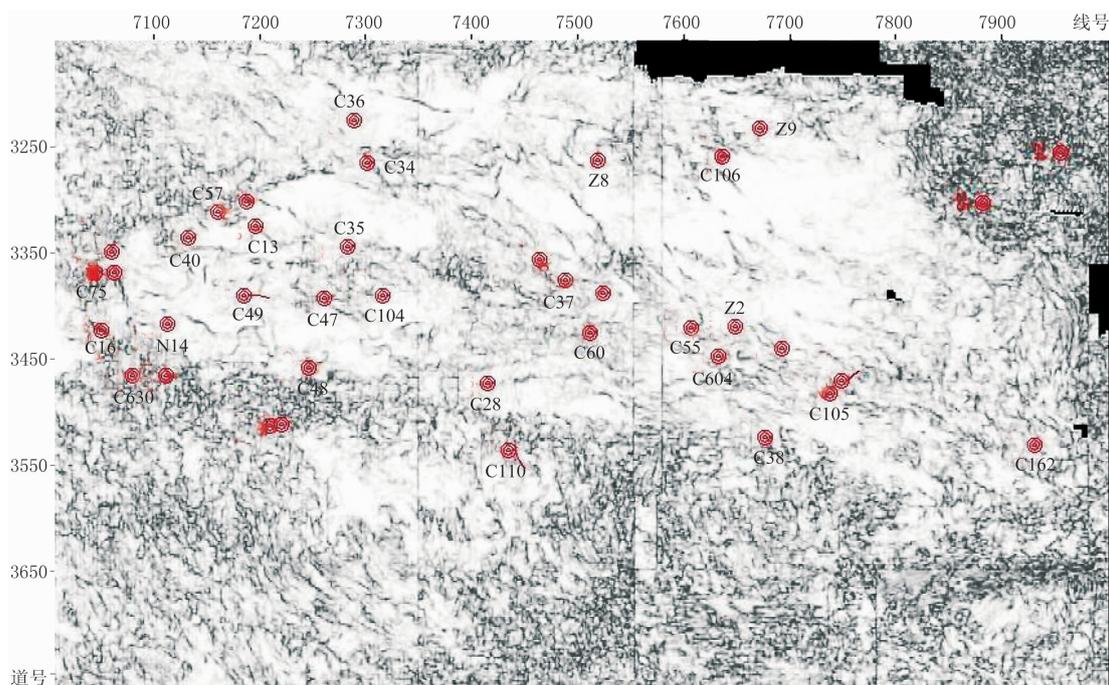


图 4 相干体水平时间切片

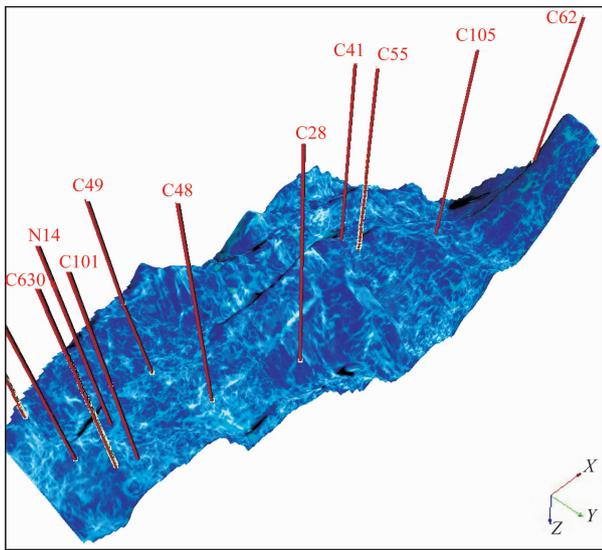


图5 沿层振幅曲率属性立体显示图

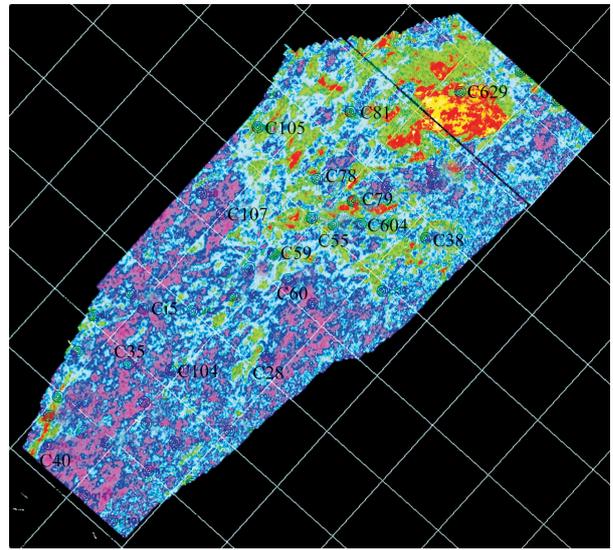


图6 均方根振幅平面图

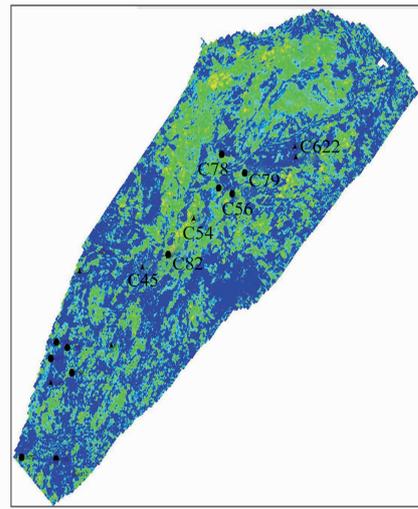
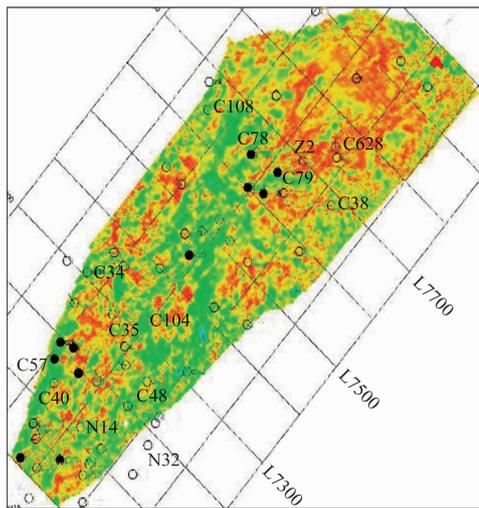


图7 基于双相介质理论的碳烃检测结果(左)和有样本监督的模式识别检测结果(右)的平面图

3 应用效果分析

应用 GeoEast 解释系统在茨榆坨潜山内幕油气藏勘探中取得了良好应用效果。据此成果,2012年在茨榆坨潜山部署探井两口(C110、C111),试油均获工业油流,测算其石油地质储量为 $6000 \times 10^4 \text{ t}$; 2013年在茨榆坨潜山先后部署(C114、C115、C116、C113、C120和C121等)6口探井(图8),除C115、C121两井还在钻进中外,其余4口井均见到不同程度的油气显示。

另外,对该区沙三上段砂岩油气藏也取得了较好的预测效果。经已知井验证,两种方法油气检测

结果的吻合率分别达到 67%(基于双相介质理论的碳烃检测技术)和 75%(有样本监督的模式识别技术)。

4 结论与建议

通过对 GeoEast 解释系统各项功能的应用,取得了四方面成果:①应用常规构造解释技术落实了该区构造;②应用体属性和沿层属性提取技术预测出潜山内幕裂缝发育带;③应用沿层属性提取技术预测出沙三上段砂岩储层的平面分布范围;④应用油气检测技术预测出沙三上段砂岩储层的有利储集相带。这些成果为该区勘探提供了可靠依据,打破

速度分析(GeoCrossplot)、速度场建立(GeoVelocity)、解释结果合理性分析(GeoVolume3D)和平面成图(GeoMapping)。其中合成记录制作及层位标定与地震资料解释两个步骤是常规构造解释中的重点。

2.1.1 合成记录制作及层位标定

为了准确标定层位,达到与钻井资料最佳吻合,本次共收集了区内41口井(图1)的声波时差和密度测井资料。在GeoEast系统上利用GeoWell子系统制作了高精度的合成地震记录(图2),对该区地震资料进行标定,在平面上和垂向上控制了该区的速度,最终标定该区新近系馆陶组、古近系东营组、沙河街组(沙一段、沙三上段、沙三段)底界和太古界顶界等地震地质层位。

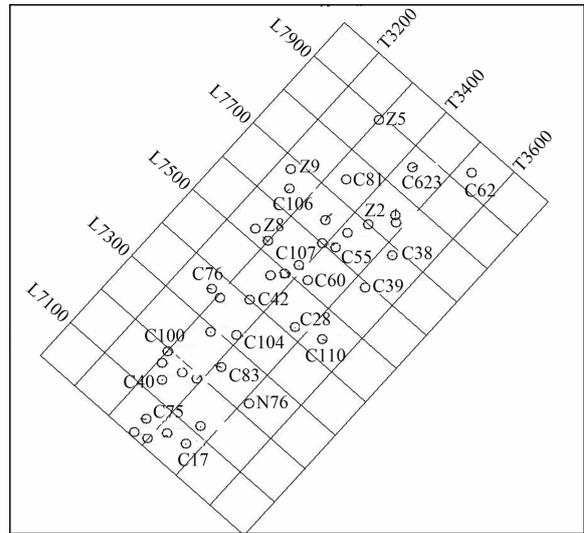


图1 制作合成地震记录所用井的平面分布图

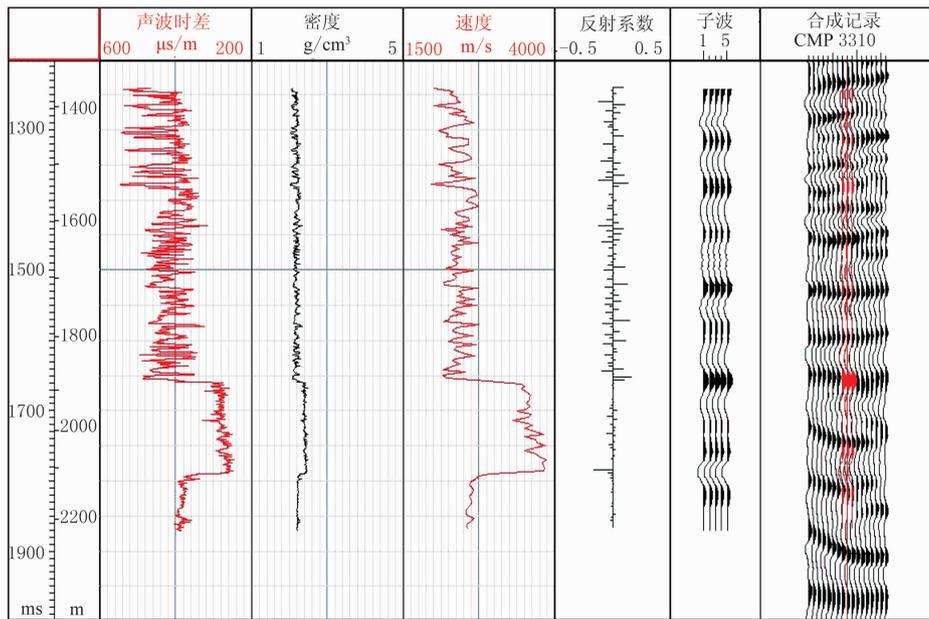


图2 C55井合成地震记录与标定

2.1.2 地震资料解释方法

常规构造解释包括断层解释和层位解释两方面,一般采用先确定断裂系统、解释断层,再确定层位、解释层位的方法。

断层解释中主要采用剖面(图3)、水平时间切片同时解释的方法,在剖面上确定断层倾向、在时间切片上确定断点的准确位置。另外,解释中还尽可能地采用多种方法技术或手段识别断层。其主要步骤包括:①首先在放大剖面上识别主干断层;②采用多线剖面显示技术圈定断层分布范围;③利用多线剖面显示功能和波组细微变化特征识别小断层;

④利用相干水平时间切片(图4)分析断点的准确位置,判断断层组合与展布方向;⑤严格地进行断层面闭合。

在确定了断裂系统之后,再结合合成地震记录标定及地震剖面上的波组特征,对主干剖面进行解释,建立层位解释模型。最后进行全工区的层位追踪、闭合。本次重点解释了东营组底界、沙一段底界、沙三上段底界、太古界顶界等四个层位。

2.2 地震属性提取与分析技术

地震属性技术就是提取、存储、检验、分析、确认、评估地震属性以及将地震属性转换为地质特征

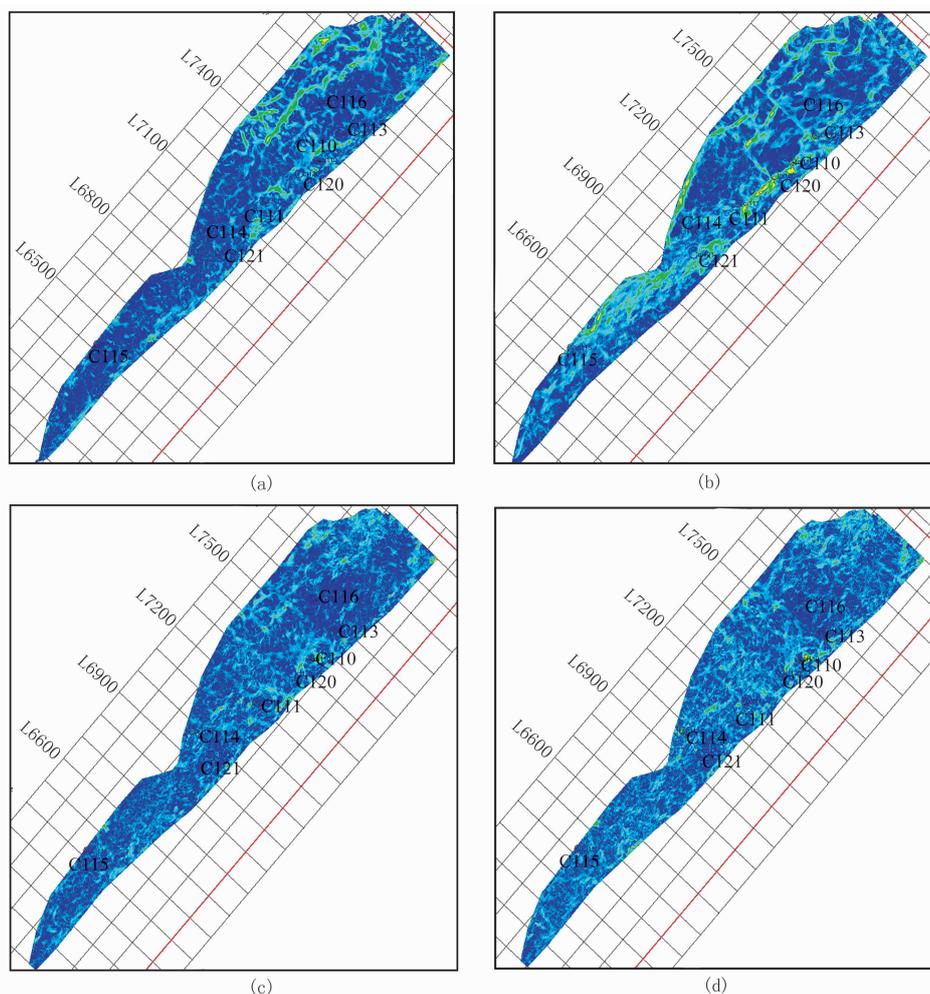


图 8 潜山顶面下不同时段内裂缝发育图

(a) 0~100ms; (b) 100~200ms; (c) 200~300ms; (d) 300~400ms

了该区近十年来勘探滞缓的被动局面。

应用过程中也发现 GeoEast 系统还存在一些不足之处:数据库内井深度类型较少、速度建场时边界控制欠明确、含油气预测精度偏低、反演子系统欠完善(反演结果垂向分辨率较低,横向连续性较差;有时系统不稳定,存在非正常退出现象),这些都有待进一步完善。

参考文献

- [1] 吉明艳,孙明术. 辽河东部凹陷茨榆坨潜山油气分布规律研究. 内蒙古石油化工,2011,(11):120-121.
Ji Mingyan, Sun Mingshu. Study on the oil and gas distribution of Ciyutuo buried hill in east sag of Liaohe depression. Inner Mongolia Petrochemical Industry, 2011,(11):120-121.
- [2] 赵淑琴. 辽河拗陷西部凹陷陈家洼陷浊积砂体刻画. 石

油天然气学报(江汉石油学院学报),2012,34(12):55-58.

Zhao Shuqin. Turbidite Sandbodies Engraving in Chenjia Sub-sag of the Western Liaohe Depression. Journal of Oil and Gas Technology(Journal of Jiangnan Petroleum Institute),2012,34(12):55-58.

- [3] 张巨星等. 辽河油田岩性地层油气藏勘探理论与实践. 北京:石油工业出版社,2007.

(本文编辑:朱汉东)

作者简介



赵淑琴 高级工程师,1971年生;1993年本科毕业于大庆石油学院勘查地球物理专业;一直在中国石油辽河油田分公司勘探开发研究院从事地震资料解释、反演、地质综合研究及勘探部署等工作。