

文章编号: 1671-8585(2009)01-0063-05

储层预测技术在 TA 井区的应用研究

王香文¹, 付维署¹, 胡学智¹, 王连雨²

(1. 中国石油化工股份有限公司勘探开发研究院海外研究中心, 北京 100083; 2. 大庆油田有限责任公司采油一厂, 黑龙江大庆 163001)

摘要: 运用精细储层预测技术, 在精细构造解释以及测井资料预处理和储层评价、储层特征分析的基础上, 利用地震属性分析技术和井约束储层反演预测技术, 对 TA 区块 UH 砂岩储层进行了预测研究, 落实了 TA 区块储层的空间展布特征, 取得较好的预测结果, 预测出该区块砂体总面积 9.62 km², 地质储量达 23.5 MMbbl。

关键词: 储层预测; 精细构造解释; 井约束反演

中图分类号: P631.4

文献标识码: A

TA 井区主要目的层为白垩纪 Napo 组和 Hollin 组砂岩, 为海陆交互相沉积, 储集层为潮道砂体, 具有横向变化快、埋深大(大于 8 200 ft, 1 ft ≈ 0.304 8 m)、层系多(大于 4 层)、储层薄(一般小于 40 ft)^[1]、构造幅度低(一般小于 60 ft)的特点, 兼有高阻灰岩的遮挡和屏蔽作用, 使得地震分辨困难。这对预测储层的岩性、物性工作提出了巨大的挑战。2007 年以前, 该井区完钻的 5 口探井中只有 3 口井钻遇 UH 砂层。针对该井区的构造-岩性圈闭特征, 应用储层预测研究技术对 UH 储层进行了研究, 了解了该储层发育情况, 为该区块的探井部署和增储上产提供依据。

1 储层预测研究的思路和方法技术

1.1 储层预测研究的思路

综合利用地质、地震、测井和测试等基础资料, 研究宏观构造特征和沉积背景, 落实构造形态及断层空间展布, 为砂体的精细预测奠定基础。根据储层预测的结果部署开发井位, 技术思路流程见图 1。该流程应用的主要储层预测技术有: 精细构造解释技术、测井数据处理技术、储层测井响应研究技术、属性分析技术和井约束储层反演技术^[2], 其中关键技术是精细构造解释技术和井约束储层反演预测技术。

1.2 精细构造解释技术

由于该区的微幅构造特征复杂, 精细构造解释技术显得尤为重要。我们采用的先进精细构造解释技术有: 多井井震标定技术、多井波阻抗标定、多井控制变速高精度构造成图等。精细构造解释是一个递进研究的过程, 在多种地质信息条件下, 使构造解释的精度不断得到提高^[3], 该过程的关键技

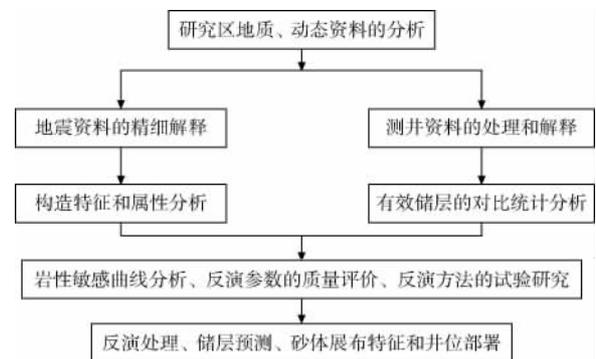


图 1 储层预测技术流程

术是多井控制变速高精度构造成图技术。

采用地震处理的叠加速度控制全区的速度变化, 用精细标定的时深关系约束纵向的精度, 再用精细构造解释的时间层位保证沿层的速度趋势, 经过多次实验和质量控制选取合理参数, 从而建立准确的三维变速度模型, 消除了速度陷阱所带来的假构造^[4,5], 根据该高精度变速度模型进行构造成图。

1.3 储层预测技术

通过储层特征分析研究、地震属性分析和井约束反演预测对该区的 UH 层进行预测研究, 其中关键技术是井约束反演预测技术。

针对该区储层薄、横向变化快、构造幅度低、有高阻的灰岩遮挡和屏蔽作用等特点, 采用更精细的井约束储层反演预测技术来描述砂体。利用现在流行的 JASON 软件, 对砂层进行精细标定, 结合地震资料建立合理的地质模型, 然后经过参数优化形成高分辨率的反演数据体, 应用测井分析结果进行砂层的追踪精细解释, 得到砂体分布的厚度

收稿日期: 2008-06-23; 改回日期: 2008-12-13。

第一作者简介: 王香文(1970—), 女, 工程师, 硕士在读, 现从事储层预测研究工作。

图^[6],主要技术流程见图 2。井约束反演预测的特点是:纵向上受测井数据的控制,其分辨率往往可以突破 1/4 波长的限制,横向上依赖于地震资料,往往可以保持一定的地质连续性,而不是测井资料的简单外推,所以储层预测的可靠性很高^[7],可以预测薄层。本次主要对 UH 砂层进行高精度的储层反演预测研究。

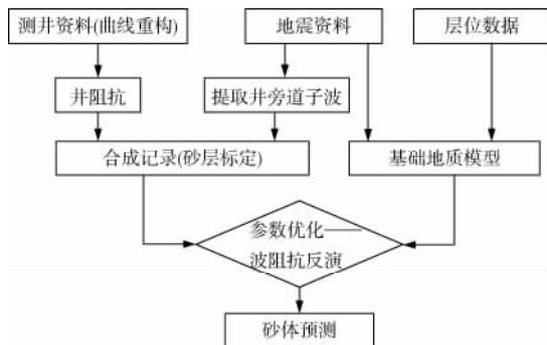


图 2 井约束反演的技术流程

2 实现步骤和应用效果

2.1 测井资料的预处理

由于不同时期、不同测井仪器、不同单位完成的测井数据都有一定的差异,需要对测井曲线进行归一化和标准化处理,并对受井眼影响较大的密度曲线进行校正(图 3),从而为反演预测提供统一的基础数据。

2.2 精细砂层标定

通过单井、多井联合标定,选取适合的主频和子波长度,提取井旁道子波进行合成记录的制作和砂层的精细标定,见图 4。

TA 井区的 UH 砂层在其围岩中均表现为相对高速,反射波能量较强、连续性较好、波组特征较明显、易于识别和追踪,波阻抗相对较强,在地震剖面上表现为波峰(图 5)。

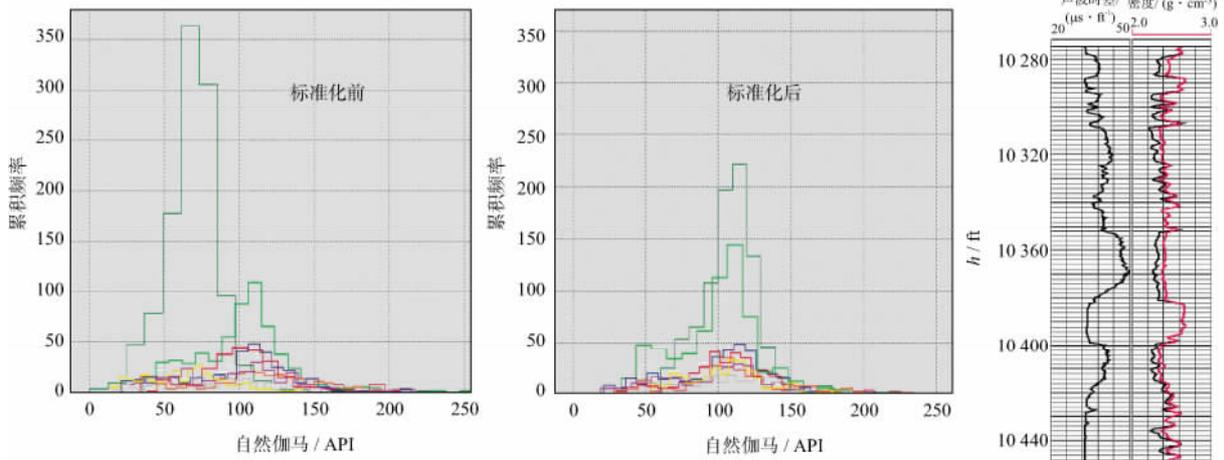


图 3 自然伽马测井曲线的标准化和预处理资料(红色为校正后的密度曲线)

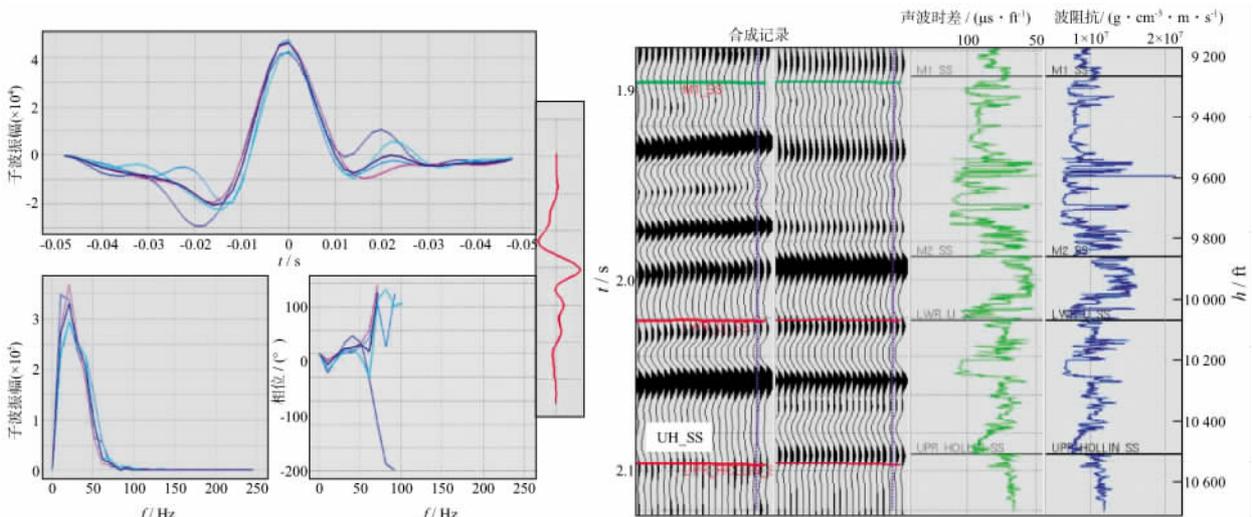


图 4 TA 区块标定的子波和合成记录

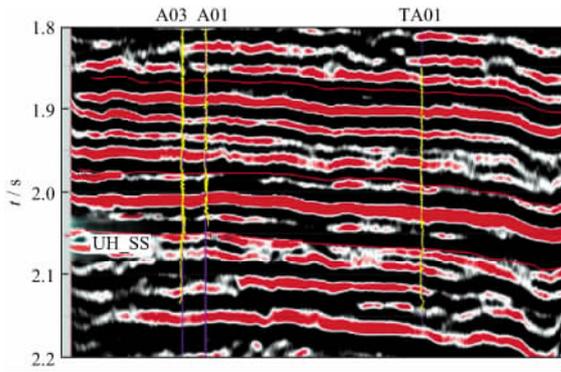


图 5 TA 井区地震联井剖面

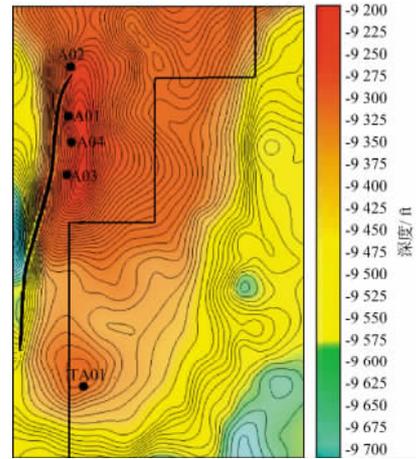


图 6 TA 井区 UH 砂层顶面构造展布

2.3 砂层顶构造平面特征

通过多井控制变速高精度构造成图技术,绘制 TA 井区 UH 层的顶面构造平面图,从图 6 可以看出,TA 区块存在两个逆断层控制的背斜构造,构造呈西高东低,北高南低的南北向继承性的局部低幅背斜构造,具有闭合幅度小,闭合面积小的特点。

2.4 UH 储层特征分析

通过储层的测井响应特征、测井的岩性敏感特征分析研究,为提高储层预测精度、砂体的精细预、落实砂体的空间展布规律提供依据。

2.4.1 储层测井响应特征

该区块的 UH 砂岩属浅海相的潮道沉积,主要为渗透性中等的中粗粒砂岩夹泥岩,上覆高阻灰岩和含钙泥岩盖层,下伏巨厚的砂岩,砂层横向变化较大。UH 砂层是该区的主力产油层,测井响应特征为:低自然伽马、中声波时差、高中子孔隙度、低密度值、中—高电阻率(图 7),可以采用自然伽马和密度曲线来划分岩性。

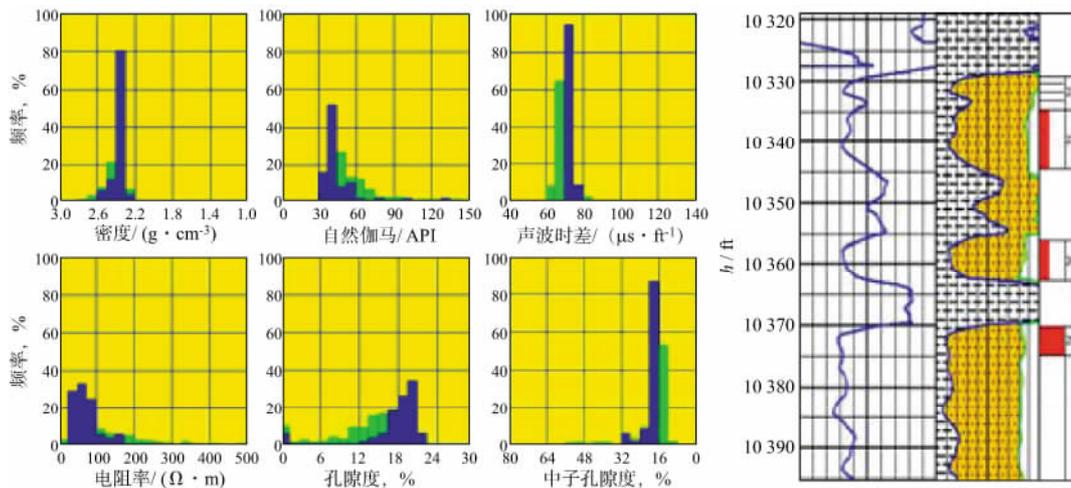


图 7 TA 区块 UH 砂层的测井响应特征

2.4.2 储层的岩性敏感性分析

该区岩性沉积复杂,储层为中粗的砂岩,围岩为钙质泥岩和高阻灰岩。储层和非储层的岩性划分很关键。在诸多岩性、物性测井参数中,只有波阻抗和地震数据直接相关。研究波阻抗曲线对岩性的敏感性至关重要。通过对该区已知井的 UH 砂岩和上下围岩的波阻抗进行统计(图 8),分析后认为,利用该区的波阻抗可以区分灰岩、泥岩和砂岩。

2.5 地震属性分析技术

地震属性技术已成为油藏地球物理的核心部

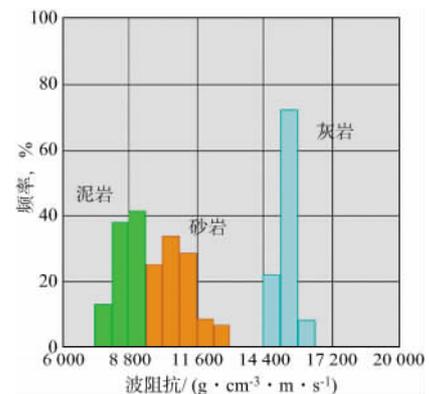


图 8 UH 层的储层波阻抗岩性敏感统计

分^[8]。在落实该区构造特征的基础上,提取了振幅、能量、频率、相位和相干等多种属性,并结合该区地质沉积相进行分析研究,认为:振幅属性与储层沉积的分布具有一致性^[9,10]。图 9 为 UH 层均方根振幅属性图。经已钻井验证,储层均位于振幅能量较强的位置。定性了解该区储层的分布范围,可以为井约束反演预测提供指导性方向。

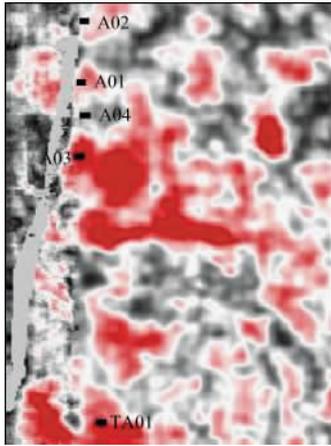


图 9 UH 均方根振幅属性图(红色为储层发育区)

2.6 井约束波阻抗反演预测

在精细构造解释的基础上,结合该区地质特征、沉积特征和储层特征的研究结果,运用井约束储层反演预测技术,经过对参数的反复试验研究,对砂层进行了精细解释,落实了研究区内 UH 砂层的两个砂体分布特征。平面和剖面的预测结果(图 10,图 11)表明,该层具有明显的砂体走向特征,砂体为东南—西北走向,并有明显的岩性变化带,该处为 1 号、2 号砂体的分界线,砂体最厚为 35 ft。1 号砂体(红色)的面积为 6.25 km²,2 号砂体(绿色)的面积为 3.37 km²,合计 9.62 km²,预测储量 23.5 MMbbl(1 bbl \approx 0.14 t,原油,全球平均)。它们是有利的岩性勘探目标,是该区增储上产的主要砂体。

通过地震剖面 and 反演剖面的对比分析(图 12),储层反演预测提高了地层的分辨能力。表 1 为 TA 区块预测砂体厚度和测井实钻厚度统计分析表,储层预测结果与实际钻探的储层厚度基本相符。

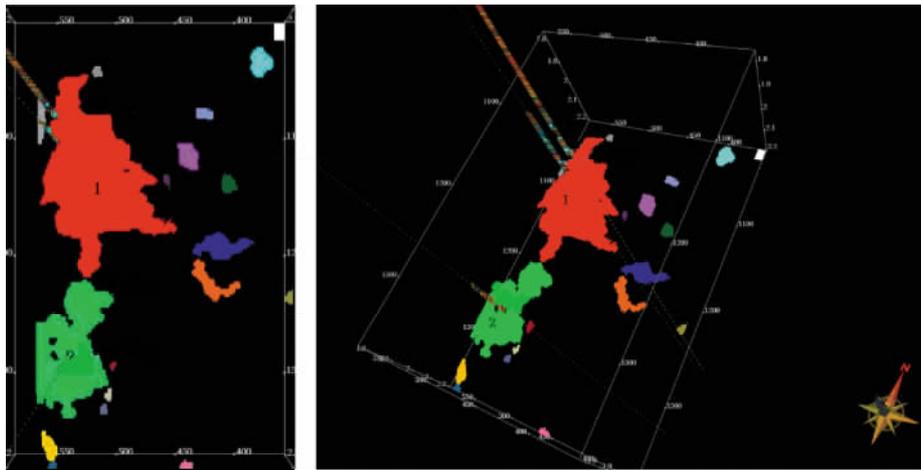


图 10 TA 井区 UH 砂体预测图三维立体显示

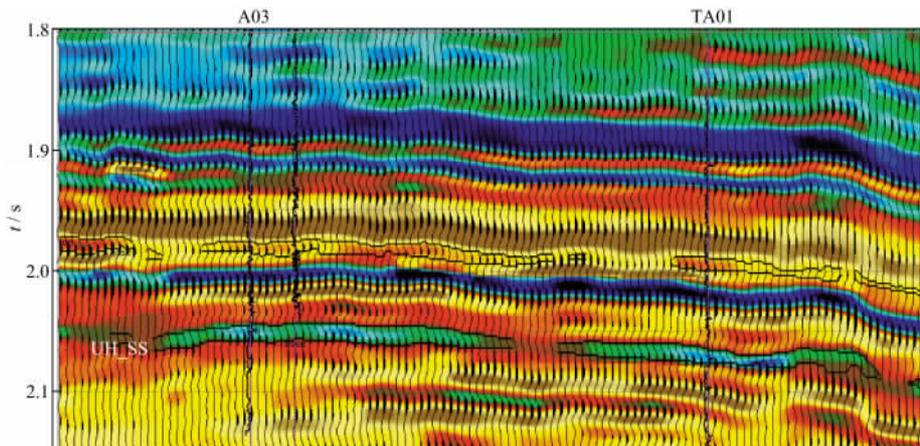


图 11 储层反演预测的剖面特征(A03—TA01 联井线)

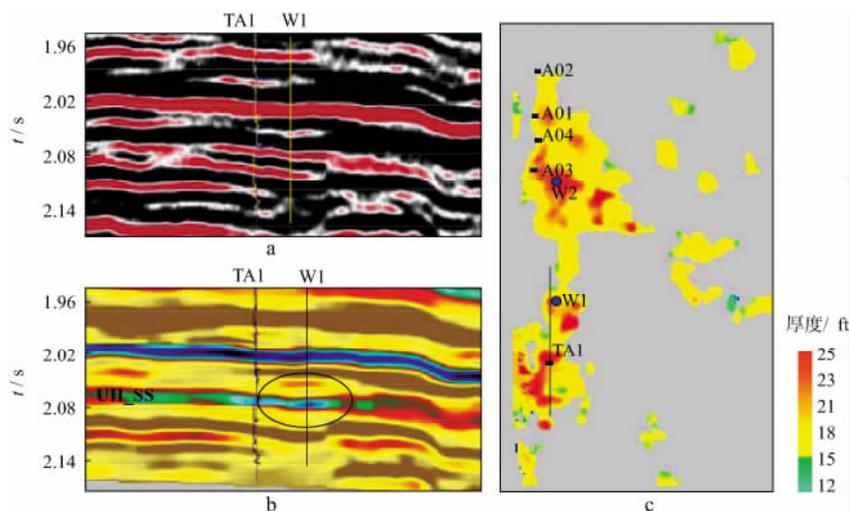


图 12 TA 井区的反演预测结果

a 常规地震剖面; b 波阻抗反演剖面; c UH 砂层厚度分布

表 1 TA 区块 UH 砂层实钻厚度和预测厚度对比

井名	TA01	A01	A03
实钻厚度/ft	18.5	30.0	22.0
预测厚度/ft	20.0	22.0	23.0
误差/ft	1.5	-8.0	1.0

2.7 井位部署建议

根据储层预测结果,结合该区的地质沉积、构造特征,以构造相对有利、储层相对发育、沉积相对稳定的区域为部署原则,建议在该井区部署两口探井 W1 井和 W2 井(图 12)。日前,建议井 W1 已被油公司采纳。

3 结束语

1) 通过精细构造解释,特别是高精度三维速度场的建立,落实了该区的圈闭特征,明确了该区构造的平面展布特征规律,为储层预测研究奠定了基础。

2) 测井资料的预处理和响应特征的分析,为储层预测研究的精度提供了保障。

3) 地震的振幅属性和储层的沉积有较好的对应关系,储层的反射能量相对较强,可以定性指示储层的分布范围,为井约束反演预测研究指明了方向。

4) 井约束反演预测能更精细地描述砂体的空间展布特征。结合该区的构造和沉积特征,可以定量地预测砂体的分布规模。精细地刻画了该区的砂体展布特征,确定该区发育南北两个砂体,为预测该区新增储量提供依据。

5) 通过对该区的精细构造解释和储层预测研

究,提供了新的钻探目标。

在本次研究过程中得到中国石油化工股份有限公司勘探开发研究院海外研究中心高级专家刘红、中心副主任徐应霞的支持和指导,在此表示感谢。

参 考 文 献

- 1 王香文,于常青,董宁,等. 储层综合预测技术在鄂尔多斯盆地定北区块的应用[J]. 石油物探,2006,45(3): 267~271
- 2 王西文,刘全新,苏明军,等. 滚动勘探开发阶段精细储集层预测技术[J]. 石油勘探与开发,2002,29(6):51~53,71
- 3 王西文,周嘉玺. 滚动勘探开发阶段精细储层预测技术和应用[J]. 中国海上油气(地质),2002,16(4): 260~270
- 4 秦伟军,张永华,全书进. 精细构造解释与储层预测技术在泌阳凹陷中南部地区二次勘探中的应用[J]. 石油物探,2004,43(1):62~66
- 5 王香文. 东岭地区三维速度模型的建立与应用[J]. 勘探地球物理进展,2006,29(6):412~414
- 6 罗凤芝,滕春鸣,李治,等. 多井约束反演技术在东濮文东地区储层预测中的应用[J]. 断块油气田,2002,9(3):12~14
- 7 张永升,李家蓉,潘新志. 地震和测井联合反演技术在塔河油田碳酸盐岩储层预测中的应用[J]. 勘探地球物理进展,2002,25(4):46~48
- 8 鲍祥生,尹成,赵伟,等. 储层预测的地震属性优选技术[J]. 石油物探,2006,45(1):28~33
- 9 邹才能,张颖. 油气勘探开发实用地震新技术[M]. 北京:石油工业出版社,2002. 522
- 10 谢东,王永刚,乐友善,等. 地震属性分析技术在子寅油田开发中的应用[J]. 石油物探,2003,42(1):72~76

(编辑:顾石庆)