

南图尔盖盆地 aryskum 油田精细速度建模

艾尼·买买提 王成林 梁立东 卢志明 齐恩广

(新疆油田公司勘探开发研究院中亚油气研究所, 新疆 克拉玛依 834000)

摘要: 南图尔盖盆地 aryskum 油田是哈萨克斯坦南图尔盖盆地重要油田之一, 为典型的构造-岩性复合油气藏, 基于南图尔盖盆地 aryskum 油田石油地质特征分析及油藏解剖, 总结了油气分布具有以下特征: ①南图尔盖盆地 aryskum 油田油藏为构造-岩性复合油气藏, 油藏受构造背景下河道砂体展布控制; ②在构造高部位存在气顶, 全区具有统一油气界面; ③油层厚度受河道走向及砂岩厚度控制, 不同井区有相对统一油水界面。速度受沉积相带、岩性变化控制, 影响油气油水界面识别, 影响储量评估。针对 aryskum 油田钻井密度高、河道砂岩横向变化快特点, 利用井-震速度反演法进行精细速度建模, 提高速度模型精度, 达到解决地质问题的目的。

关键词: 地质特征; 油藏解剖; 速度建模

0 引言

Aryskum 油气田地理位置位于南图尔盖盆地南部, 距克孜沃奥尔达市北西方向 300km、库姆克尔油气田西南方向 75km。

Aryskum 油田发现于 1985 年, 于 2000 年开始进入试采阶段, 2001 年全面正式投入开发, 2017 年 M-II 层复算探明石油地质储量 $2853.7 \times 10^4 \text{t}$, 可采储量 $1031.6 \times 10^4 \text{t}$ 。

Aryskum 油田位于生油凹陷内, 油气资源丰富。J3ak 层为河道沉积, 砂体成北西-南东走向, 横向展布受河道影响变化大, 主河道点砂坝砂岩厚度 10-20m, 地震上成强波峰波谷反射, 垂河道走向延伸距离短, 横向变化快; 河道漫滩砂岩 1-5m, 以泥岩沉积为主, 地震上成中弱反射特征, 与主河道地震反射差异明确。

1 常规速度建模方法

速度研究是地球物理研究的基础与关键, 是地球物理解释处理人员不懈追求的目标。

精细速度建模包括两部分, 一部分是以钻井为基础的速度, 包括声波速度、VSP 速度、井瞬时平均速度等; 一部分是以地震处理而获得速度, 包括叠加速度、偏移速度、格点层析地震反演速度、DIX 公式转换层速度等。

井速度精度高, 横向上难以有效控制, 地震速度能够控制地层速度背景趋势, 但纵向上分辨率低, 达不到精细速度建模要求, 井-震速度有效结合是精细速度建模的关键。

1.1 合成记录精细标定时深关系

合成记录标定得到时深关系进行时深转换, 是实际工作中常用的一种方法, 利用井 VSP 速度进行精细标定, 可以获得不同井一系列不同层深对, 利用层深对获得不同井平均速度, 利用平均速度进行时深转换。该方法假定地层速度模型纵横向不变, 不符合真实地层沉积横向

变化特征, 速度误差大。

1.2 井-震速度结合法

井-震速度结合法是目前常用速度建模方法, 其技术原理是利用井进行精细标定, 获得井位瞬时速度, 井间利用反距离平方、克里金等内插算法进行横向速度内插获得基础井速度模型, 利用地震速度经 DIX 公式转化为地震瞬时速度, 进行井内外插速度趋势修改。该算法能够很好将地震速度与井速度融合, 达到构造成图需要, 缺点是受地震速度精度影响, 不适合于速度横向变化快区域精细速度建模。

1.3 射线追踪速度建模法

射线追踪速度建模包括模型反演法、模型层析法等, 其理论基础是, 以地震射线追踪技术为基础, 模拟野外采集参数, 由地震叠加速度谱及由时间解释层位建立的速度控制模型, 按照射线追踪路径反演层速度和界面深度, 通过拟合得到叠加速度与已知速度对比, 多次迭代求取层速度。

针对研究区油田井位多, 速度受河道影响横向变化快、速度建模精度要求高特点, 采用井-震精细速度反演法进行速度建模, 以达到解决地质问题目的。

2 井-震速度反演法

井-震速度反演法主要是利用井声波速度进行精细标定, 利用精细标定时深对进行井瞬时速度求取, 采用构造解释层位约束、井间反距离平方算法进行井速度横向内插, 建立井速度、构造解释层位控制速度模型, 利用地震资料反演算法修改并迭代速度模型, 使最终速度模型具有井速度精度、又有岩性岩相横向变化特征, 从而解决岩性横向变化快问题。

2.1 井速度精细标定

对原始井声波曲线进行环境校正与标准化处理, 利用标准化处理后曲线进行井-震精细标定, 计算标定后井时深对及标定后井瞬时速度曲线。

2.2 建立地层速度格架模型

常规测井速度进行插值一般不考虑地质构造影响，是一种纯粹数学运算插值，不符合真实地层速度横向变化沉积特征。使用构造解释层位及断层建立地层格架模型，利用地层格架模型控制井间速度内插，对地层横向变化快、断层复杂区域精细速度建模具有重要意义。

2.3 速度反演

速度反演的核心是井间速度变化控制，为了使速度横向变化更符合地层沉积及相带变化规律，更接近真实地层速度，除了引入地层格架控制速度横向变化，利用反演算法控制速度横向岩性变化。这里根据需要采用约束稀疏脉冲反演算法。约束稀疏脉冲反演算法假设地下的反射系数序列是由一系列大的或较大的反射系数叠加在高斯分布的小反射系数背景上。

该算法的公式如下：

$$\sum |r_i|^p + \lambda \sum (d_i - s_i)^q + \alpha^2 \sum (t_i - Z_i)^2 \min$$

其中：

$\sum |r_i|^p$ 反射系数绝对值的近似线性求和
 $\lambda \sum (d_i - s_i)^q$ 地震 (di) 与合成记录 (si) 的均方差的总

和

$\alpha^2 \sum (t_i - Z_i)^2$ 趋势协调的补偿，

r_i : 反射系数

λ : 控制稀疏脉冲因子

d_i : 地震数据

α : 数据匹配的权因子

s_i : 合成道数据

t_i : 井阻抗曲线的趋势 (trend)

Z_i : 实际的阻抗 (impedance)

$P-q$: L 模因子，

$p=1$: 针对反射系数的 L1 模，缺省 $p=9$

$q=2$: 针对地震匹配的 L2 模，缺省 $p=2.0$

3 运用效果

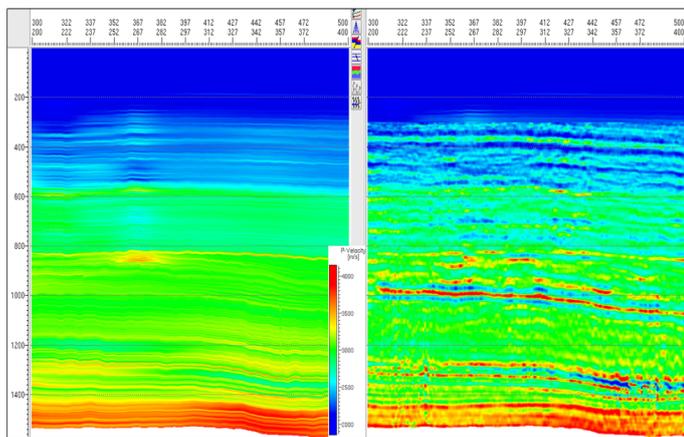


图 1 合成记录标定速度剖面 (左) 与井 - 震反演速度剖面 (右) 对比

利用井 - 震速度反演法获得速度模型，在横向上更具有地层沉积性特征，横向变化受沉积相带及岩性变化约束，更符合真实地层速度变化规律 (图 1)。通过过井位井声波速度、井标定速度与井震联合反演速度对比，钻井位置三者速度趋势一致，真实反映了地层速度纵向上变化关系，通过时深转换对比，三者为目的层时深转换后深度一致。

通过对井外无井区速度进行分析与对比，井外无井约束区域，井标定内插速度为井点速度外向延伸，与邻近井点速度关系一致，与井 - 震反演速度具有一定差异，通过与地震对比，井 - 震反演速度与地震具有更高相关性，反映了井外地层岩性岩相变化。利用井 - 震反演算法建立速度模型，在无井区域速度更合理，反映了真实地层岩性变化规律。

通过井 - 震速度反演获得速度模型进行时深转换，将地震数据转化到深度域与已钻井进行对比，井点位置深度域地震与钻井结果一致，深度域地震剖面横向变化合理，达到精细速度建模要求 (图 2)。

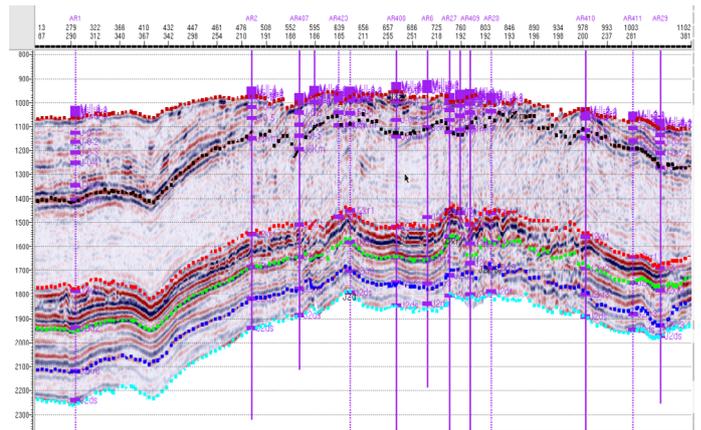


图 2 井震反演速度时深转换深度域地震剖面与钻井对比

4 结论

①南图尔盖盆地 aryskum 油田目的层河道沉积及统一油水油气界面对构造解释精细构造成图具有较高要求，速度建模需要考虑井点外沉积相带及岩性变化对速度的影响；

②常规速度建模利用井标定速度进行时深转换，在井点位置时深转换准确，井外区域受岩性变化影响存在误差；

③井 - 震联合反演速度建模方法，综合考虑到岩性岩相横向变化带来的速度影响，是适合于岩性横向变化快地区精细速度建模的方法。

参考文献：

[1] 吴亚东, 孙春岩, 王东旭, 蒋涛, 黄英, 龚建华. 哈萨克斯坦南图尔盖盆地南肯尼斯油田油气分布特征及成藏主控因素 [J]. 天然气地球科学, 2016, 27(11).