

文章编号:1672-9854(2010)-04-0074-04

复杂勘探目标区岩性预测技术 及其在海拉尔盆地乌南地区的应用

王江^{1,2}, 张宏², 邵红君²

(1 中国地质大学(北京)能源学院; 2 大庆油田有限责任公司勘探开发研究院)



王江

摘要 海拉尔盆地乌尔逊凹陷南部地区构造和断裂复杂,多物源,短物源,相变快,因而导致下白垩统南屯组岩性有利目标区预测难度大。根据层序地层学和坡折带理论,以地震资料为基础,建立了一套新的地震精细解释、复杂勘探目标区岩性体识别及三维可视化刻画等全三维地震解释技术体系。认为乌东斜坡发育三个坡折带,第三坡折带下倾方向和第二坡折带具备形成岩性油气藏的地质条件,应用频谱分析和三维可视化技术在乌东斜坡带南屯组识别有利扇体 10 个,面积 145 km²,部署探井 5 口,其中 4 口获工业性油流,1 口获低产工业性油流,探井符合率 100%。

关键词 复杂勘探区; 三维地震解释; 岩性预测; 乌尔逊凹陷; 海拉尔盆地

中图分类号: P631.445

文献标识码: A

王江 1966 年生,高级工程师。主要从事勘探部署和三维地震解释与方法研究。现为中国地质大学(北京)在职博士研究生。通讯地址: 163712 大庆市让胡路 大庆油田有限责任公司勘探开发研究院; 电话: (0459)5508415

1 概况

乌尔逊凹陷位于内蒙古呼伦贝尔境内,主体位于乌尔逊河以东,凹陷南部地区是海拉尔盆地的主力勘探地区之一(图 1)。凹陷南部的东西方向分别与巴彦山隆起和嵯岗隆起相接,北部与乌尔逊凹陷北洼相通,南部通过巴彦塔拉潜山披覆构造带与贝尔凹陷相连,勘探面积约 830 km²。

海拉尔盆地乌尔逊南部(乌南)地区在大磨拐河组发现过次生构造油藏,但含油面积较小,在下白垩统南屯组生油层系中大部分探井见到油气显示,但始终没有达到工业性突破,该区的勘探难度越来越大,隐蔽性越来越强,勘探也由以构造油藏为主向岩性油藏转化。2003 年以前第一轮钻井主要针对内斜坡带下倾方向目的层南屯组钻探了乌 22、乌 7、乌 26 井,虽见到含油显示,但砂层厚度小,物性差,试油为干层或出水;第二轮在高部位断块钻探了乌 25、乌 28 井也见到显示,砂体发育,砂地比高,但试

油均出水,未形成油藏,这表明了本区的复杂性,也表明了构造油藏的目标越来越少。

由于本区目的层埋藏较深,地震资料分辨率和信噪比低,岩性勘探难度大。从成藏条件来看,乌南



图 1 乌尔逊凹陷南部地区区域位置

收稿日期: 2010-01-23; 改回日期: 2010-07-20

地区资源丰富,有效烃源岩面积 445 km²,平均厚度 365 m,勘探的有利地区乌东斜坡带紧邻乌南生油次凹,成藏条件有利。乌东地区整体为一斜坡,而且顺向断层发育,同东部扇三角洲体系配合具有形成构造-岩性、岩性油气藏的条件。因此在乌南地区针对南屯组有利岩性目标区进行精细岩性识别与预测技术攻关,优选有利勘探目标,具有良好的地质前景。

2 复杂勘探目标区岩性精细解释技术

2.1 地层层序厘定,建立等时地震解释格架

乌南地区在多期断陷构造运动作用下,形成了多旋回沉积,应用层序地层学原理,将乌南地区下白垩统地层划分为 5 个三级层序,分别为:层序 I (T_3-T_5, SQ_{tb}), 层序 II ($T_2^3-T_3, SQ_{n1}$), 层序 III ($T_2^2-T_2^3, SQ_{n2}$), 层序 IV ($T_2-T_2^2, SQ_{d1}+SQ_{d2}$), 层序 V ($T_0^4-T_2, SQ_{y1}+SQ_{y2}$)。其中主要目的层南屯组由层序 II 和层序 III 两个三级层序构成,同时将层序 II 和层序 III 进一步划分为低水位(LST)、水进(TST)和高水位(HST)三个体系域(图 2)。通过乌 30—乌 27—乌 35—乌 49 等联井剖面,建立主干层序地层格架,为精细的解释搭建基础框架。

综合地质、测井、地震资料统层对比,采用变相位、变频子波合成地震记录,利用栅状井震地层对比实现了地震标定由二维向三维立体标定的转变^[1]。建立乌南凹陷地震界面与地质层位之间的关系,确定了本区 5 个主要地震反射界面 (T_2 、 T_2^2 、 T_2^3 、 T_3 、 T_5)。

2.2 坡折带分析,确定有利储层的平面位置

乌南地区由于受西部边界乌西断裂的控制,形成了一个西断东超不对称的单断凹陷。乌东斜坡处于凹陷的缓坡带,可划分出三个坡折带(图 3):第一坡折带以同沉积断裂为界;第二坡折带主要以断阶坡折类型为主;第三坡折带以挠曲坡折带为界。在坡折带的背景下,早白垩统南屯组沉积时期频繁的水进水退、沉积与侵蚀交替,形成各类扇体的叠加,从而形成各类有利储集相带。第三坡折带下倾方向和第二坡折带具备形成岩性油气藏的地质条件,为最有利油气聚集带。扇三角洲前缘砂体为最有利储集层,砂地比适合,生储盖组合好,结合构造

背景,在第二坡折带部署了乌 27 井。乌 27 井在南屯组一段 1 901.8~1 999.6 m 处,经测试抽汲,获 50.466 t/d 的高产工业油流。

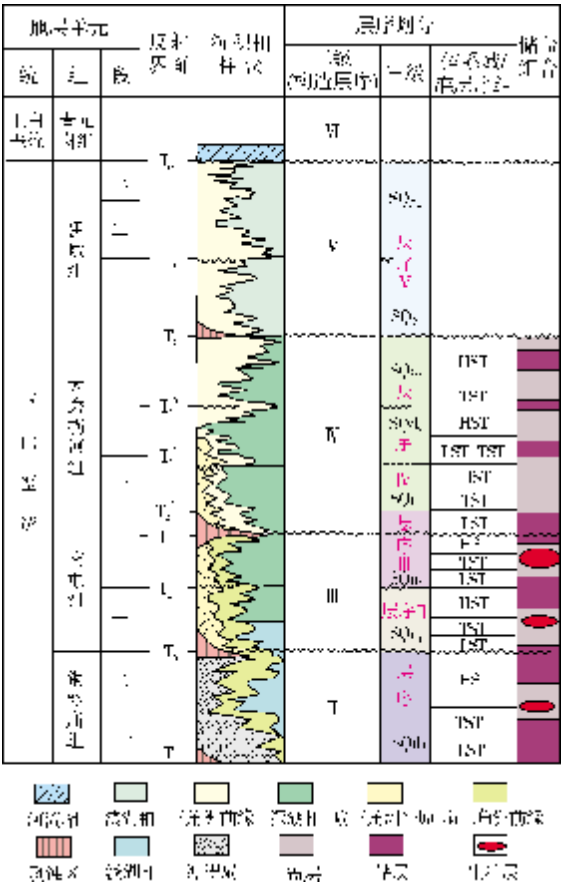


图 2 乌南地区层序划分
HST 高水位体系域; TST 水进体系域; LST 低水位体系域

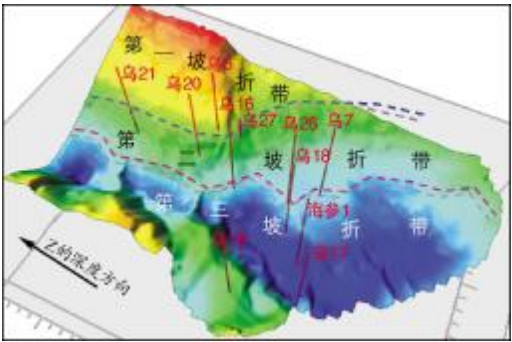


图 3 乌南地区坡折带分布

通过乌 27 井的井、震对比,应用层序地层理论分析,认为乌东斜坡带有利储层南一段的纵向分布,主要受低水位体系域和水进体系域砂岩控制^[2]。地

震波组特征为丘型结构、横向断续、中强振幅、垂向相互叠置,反映岩性多期沉积特征,具有前积特点。

2.3 三维可视化应用,精细刻画有利储层分布

刻画储层分布,分下面几个步骤进行。

(1) 精细的层位标定。精细制作乌27井合成地震记录,在井、震对比基础上,精细标定油层位置,确定反射层波组特征和油层地震分析时窗范围,通过精细对比确定在 $T_2+90\text{ms}$ 范围内分上、下两套进行预测。油层在地震剖面上呈楔状或丘形反射特征,岩性由粗—细、反射特征由杂乱—楔状或丘形—层状连续变化。

(2) 在精细的油层标定基础上,确定频带,开展分频处理,快速发现有利储层平面展布特征。利用频谱分析技术,将地震混频离散成单一频带的振幅调谐体。由乌27井含油层段出发,确定油层频率响应范围为 $35\sim 40\text{Hz}$,在这个频带范围内,进行有利储层的搜索,快速确定该套储层在平面上主要沿东部斜坡带展布,受构造和沉积条件双重因素控制(图4)。

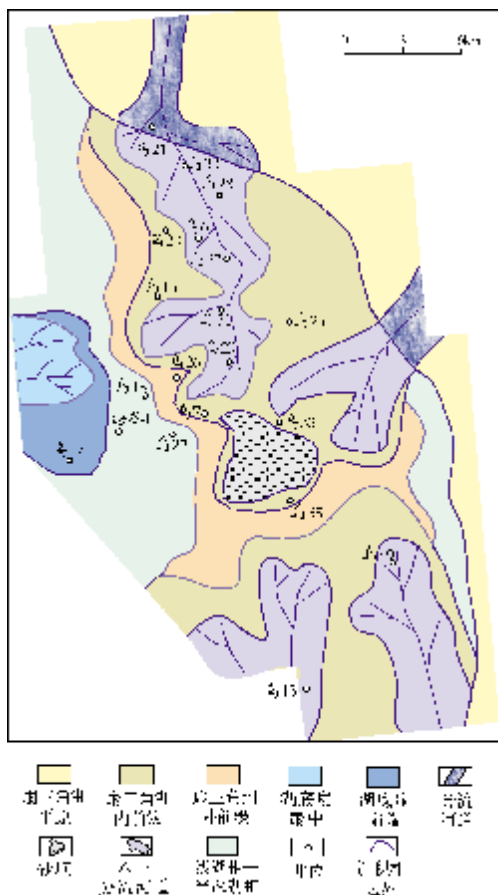


图4 乌南地区南屯组一段沉积相平面图

(3) 进一步突出丘型结构、横向断续、中强振幅、垂向相互叠置的砂体地震反射特征,优选 Lam/Fre 地震属性体,结合体拉平技术拾取地震属性。由于海拉尔盆地构造复杂、地层倾角大,地震波组特征横向变化快,很难进行种子点自动追踪。针对这一情况,运用层拉平技术,在拉平体上进行追踪,以确保地震反射界面追踪的等时性和地震属性的一致性。

(4) 在拉平体上确定种子点进行自动追踪识取 Lam/Fre 属性。由乌27井含油层段出发,确定种子点位置及波形特征,建立种子点属性神经元,开展全区自动追踪,识别有利储层展布特征。

(5) 应用反拉平技术恢复砂体的空间展布特征。层拉平自动追踪结果,只反映有利储层平面展布特征,无法反映储层空间的真实变化。为了恢复砂体的空间展布特征,采用反拉平技术,使砂体真实可靠地展现在眼前。通过砂体精细刻画,乌东地区呈现出多套砂体连片叠置(图5),由北向南并沿第二坡折的长轴方向展布。本次共识别出岩性体8个,为乌东斜坡带岩性油藏勘探提供了钻探目标。

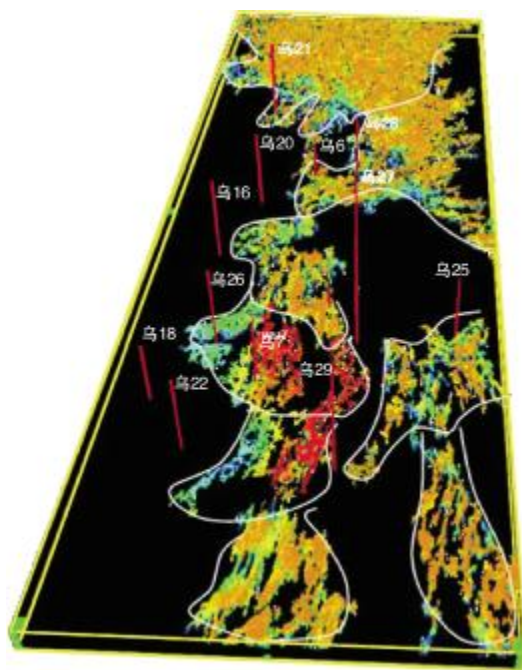


图5 乌南地区预测有利砂体分布

3 效果分析

根据乌南地区储层预测结果,先后部署探井5

口。乌 27、乌 30、乌 31、乌 33 井均在预测砂体内获工业油流,乌 29 井获低产油流,探井符合率 100%。

乌 30 井在南屯组一段 1 671.0~1 675.0 m 井段测试抽汲获 24.16 t/d 的工业油流;乌 31 井在南屯组一段 2 285.5~2 400.8 m 井段压后抽汲获 8.81 t/d 的工业油流;乌 33 井在南屯组一段 2 429.0~2 471.0 m 井段压后抽汲获 11.28 t/d 的工业油流;乌 29 井在 2 374.0~2 378.5 m 井段测试抽汲,获 0.89 t/d 的低产油流。

在此基础上,进一步进行岩性解释和刻画,应用频谱分析和三维可视化技术在乌东斜坡带南屯组识别出有利扇体 10 个,面积 145 km²。这些砂体主要受第二、第三坡折带控制。第二坡折带解释扇体 6 个,面积 86.1 km²,预测资源量 7 000×10⁴ t。第三坡折带解释扇体 4 个,面积 58.9 km²,预测资源量 4 000×10⁴ t。

4 结论和认识

(1)通过乌南地区东部斜坡带岩性精细刻画,认为主要存在构造-岩性和岩性油气藏。乌东斜坡带油气藏类型以构造-岩性和岩性为主,其中第一坡折带以构造油藏为主;第二坡折带以构造-岩性、岩性油藏为主;第三坡折带以岩性油藏为主。

(2)通过对乌南复杂勘探地区开展针对性的地震精细岩性解释技术攻关,优选了有利的勘探目标,经钻探取得了显著的勘探成果,探井符合率 100%,为海拉尔盆地乌尔逊地区深入勘探打下了基础,为复杂勘探目标区精细岩性勘探积累了经验。

参考文献

- [1] 刘振宽. 大庆探区高分辨率三维地震勘探技术[J]. 中国石油勘探, 2004, 9(4):31-37.
- [2] 匡立春,顾家裕. 油气层序地层学新进展[M]. 北京:石油工业出版社, 2006.

编辑:金顺爱

Lithology Prediction Technique for Complex Exploration Area and the Application of It in Southern Orxon Depression, Hailar Basin

Wang Jiang, Zhang Hong, Shao Hongjun

Abstract: It is a complex area in the southern part of Orxon Depression, Hailar Basin, because of complicated faults and structures, multisource, short sediment source and fast facies change of Lower Cretaceous Nantun Formation, all of which lead to difficult prediction to the favorable target area. Aiming to the problem, and guided by the sequence stratigraphy and "slope break" theory, a serial of innovative techniques including the 3-D seismic fine interpretation, the sandstone description and the 3-D visualization interpretation for complicated target areas is established for this study. By using these new techniques, three slope break belts are found in Eastern Orxon Slope. It is regarded that the downdip part of the third slope break belt and the second slope break belt are favourable to form lithologic hydrocarbon reservoirs. 10 good Nantun Formation fan bodies with a total area of 145 km² are distinguished out in the third slope and 5 wells were drilled, in which 4 wells of commercial oil flow and 1 well of low-yielded oil flow are obtained. The rate of well coincidence is 100%.

Key words: 3-D seismic interpretation; Technique of Lithology prediction; Complicated exploration area; Hailar Basin
Wang Jiang: male, Senior Engineer, Doctor degree in progress at China Geology University (Beijing). Add: Exploration and Development Institute of Daqing Oilfield Company, PetroChina. Ranghu Rd., Daqing, Heilongjiang, 163712 China