

松辽盆地南部隐蔽圈闭及有利地区预测

李 群

(石油大学, 北京 102249)

摘要: 松辽盆地南部可划分出河道砂体、前积朵叶砂体、断层-岩性圈闭、构造-岩性圈闭 4 种类型的岩性圈闭和复合圈闭。在地震剖面上, 河道砂体表现为强振幅、低频率的前倾或下凹反射, 河岸较陡时的河床可依据水平反射终止点确定, 点砂坝呈现微凸、河道呈现下凹的特征; 前积朵叶体的前积反射结构则表现为平缓下超或顶超, 三角洲席状砂体可由前积层上翘部位或顶超尖灭层上翘部位确定, 通过振幅、波形和结构的异常可识别分流河道砂体, 三角洲前积层系中振幅和波形的变化与砂体关系密切。经综合分析, 大情字井地区、东南物源区为油气有利区, 乾安-孤店地区为油气较有利区。

关键词: 松辽盆地; 层序地层; 隐蔽圈闭; 河道

作者简介: 李群, 男, 39 岁, 博士后, 层序地层学及隐蔽油气藏

中图分类号: P618.130.2⁺2

文献标识码: A

松辽盆地从上侏罗统火石岭组到上白垩统明水组共划分 8 个超层序(二级层序)和 35 个层序(三级层序)^[1]。其中, 重要勘探目的层(扶余和高台子油层)所在的超层序划分了 5 个层序, 每个层序主要发育 3 个体系域, 也有缺少体系域的情况, 且各体系域的厚度可有很大差异^[2,3]。本文在上述层序分析的基础上, 重点讨论隐蔽圈闭的特征和识别, 并对有利地区进行了预测^[4,5]。

1 类型和分布

本文从勘探实用角度出发, 以砂体成因为主线, 结合形态分析, 将岩性圈闭和复合圈闭分为 4 类(图 1)。

1.1 河道砂体

河道砂体是泛滥平原和三角洲分流平原上发育的主要砂体, 可构成储集层的有点砂坝和天然堤。通常河道砂体有下切充填状、透镜状和丘状。下切河道常为曲流河道, 一般规模大、形状明显, 在地震剖面上可以直接识别出来, 主要发育于来自保康和怀德的物源体系中。透镜状砂体多为三角洲分流河道和水下河道砂体, 主要发育于长岭凹陷和乾安凹陷河流入湖附近。丘状砂体表现为沉积范围不大、起伏幅度不等的丘状体, 其成因主要与曲流河沉积以及后期的压实作用有关, 或与三角洲分流河道砂体有关。

1.2 前积朵叶砂体

在三角洲沉积体系中, 砂岩主要发育于分流河道和三角洲前缘相区。前缘沉积砂体在地震剖面上可表现为前积状、尖灭状和透镜状。其中, 前积反射特征是前缘砂的主要标志。砂体一般发育于前积层上端, 靠近顶积层的部位。在前积层序中, 位于前积层末端常发育上翘尖灭状砂体, 这类砂体与前面的湖相泥岩呈指状交互, 可构成有利的油气圈闭。

在双坨子和大老爷府以西地区的青山口组, 三角洲前缘砂体主要表现为前积状, 前积层厚度不大, 顶积层不发育。在乾安地区, 表现为尖灭状反射, 在前积层的上翘部位和尖灭层的端部可形成砂岩上翘尖灭油气藏, 这在乾安油田一些出油井已被证实。而作为一个前积层就是三角洲某一时期的向

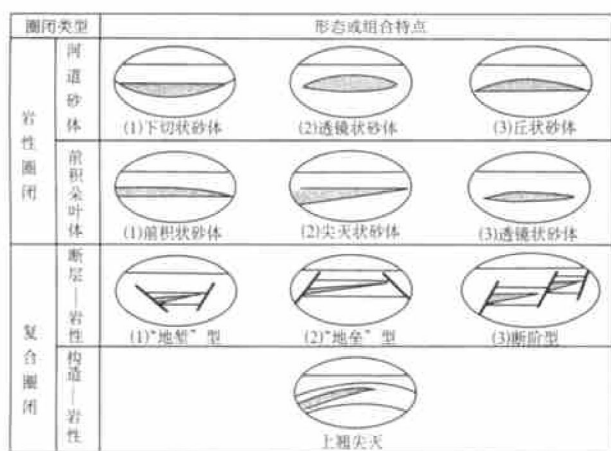


图 1 隐蔽圈闭类型图

Fig. 1 Sketch map for subtle trap types

前推进的一个朵叶体。朵叶体的分布与沉积时的古地形和下水水道有关,长岭地区朵叶体多沿着沉积时沟谷状的古地形低凹区发育,在横向上展布较窄,呈尖叶状,与之对应的地震横剖面上常显示出透镜状反射。

1.3 断层-岩性圈闭

这类圈闭的油气分布受断层和岩性的复合控制,以岩性作用为主,断层起配合作用。如长岭凹陷大情字井地区的泉头组四段的断裂系统与沉积砂体之间的配置,早期发育的断裂系统控制着砂体分布,诱导着砂体发育于地堑之间,从而形成断层-岩性复合圈闭;而在扶余、新民地区的泉头组四段,由砂体横向分布不连续而引起的压实断层,使得砂体处于地垒之上,形成圈闭;阶梯状断层(断阶)也可与砂岩配合形成复合圈闭。

1.4 构造-岩性圈闭

呈条带状、断续条带或透镜状分布的砂体,受到后期构造作用的改造,上翘尖灭,形成构造-岩性复合圈闭,如在乾安地区、孤店地区都发育有构造-岩性圈闭。

2 识别标志

根据钻测井、地震剖面分析和地震模型验证,我们总结了河道砂体和三角洲前积朵叶砂体的地震识别标志,并对其分布进行了预测。

2.1 河道砂体

T2结构多为对称形式,这是识别水道的一种间接标志(图2)。根据河道的受控因素分析,地层厚度受古地貌影响,沿着古地貌低凹带往往地层发

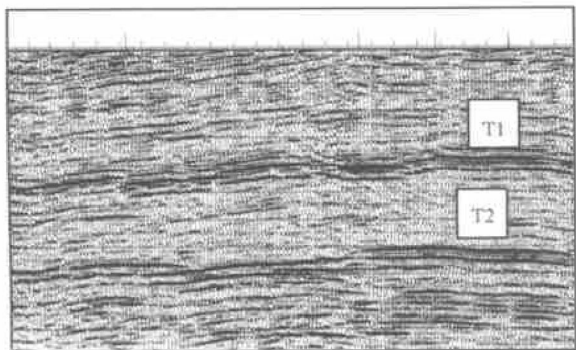


图2 T2对称河道剖面(1483.5测线)

Fig. 2 T2 symmetrical channel profile(1483.5 survey line)

育较厚,它与T2结构在平面上常常重叠,都是控制古水道延伸的重要因素。通过对T2结构和厚地层发育区的分析,可以在宏观上确定古水道的发育地

带和延伸趋势,缩小寻找古水道的范围。

在扶余油层顶部,出现了一些切割沉积地层,外形呈弧形下凹的河道反射,河床反射与其两侧地层反射没有明显的错断,基本上是连续的(图3)。河底反射振幅增强,频率降低,这是识别古水道的直接标志。

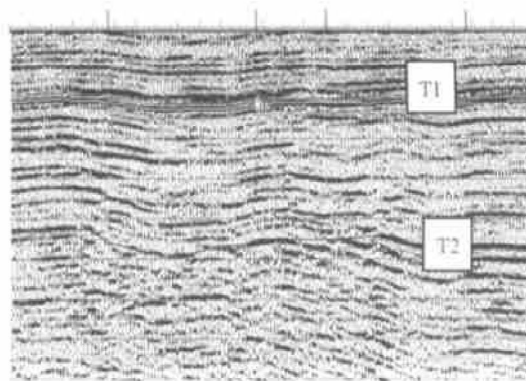


图3 T2下凹型河道剖面(1432.5测线)

Fig. 3 T2 down concave channel profile(1432.5 survey line)

依据发展阶段不同,河道分为平直河、曲流河和网状河。在地震剖面上可识别的多是曲流河,曲流河道沉积的特点是在其内侧形成点砂坝,单个点砂坝不断扩大就形成了蛇曲带,蛇曲带大部分为点

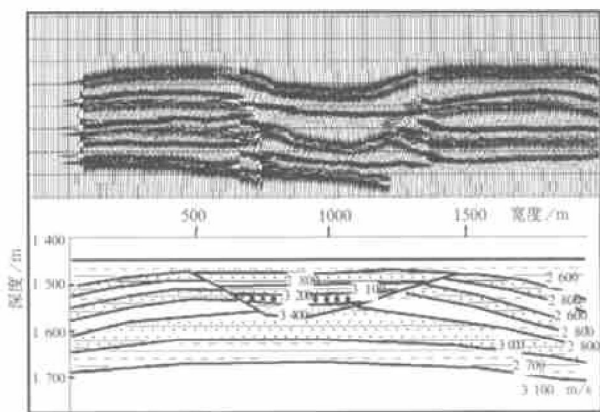


图4 河道砂体模型

Fig. 4 Pattern of channel sandbodies

砂坝所占据。从地震角度看,单个点砂坝是薄层,面积也较小,但在蛇曲带点砂坝在垂向上和横向上不断叠复,使得厚度和宽度都相当大。图4是具有侧向堆积特点的河道为点砂坝充填的蛇曲带断面,在地震剖面上有鲜明特点。(1)河道反射与周围反射不谐调,在近于水平的反射层中出现了前倾或下凹反射层。(2)当河床较缓时,河底反射清楚;当河岸较陡时,河床只能依据水平反射终止点确定。(3)侧向充填河道的砂岩堆积于河道内侧,而外侧泥质含量高,因而,点砂坝顶面出现微凸现象。对

称充填河道粗碎屑滞留于底部,河道最终还保留着下凹的特点。

2.2 前积朵叶体

前积朵叶体的出现与一些特殊的沉积体系有关,如冲积扇、三角洲、扇三角洲和水下扇等。除冲积扇发育于盆地边缘、聚集油气的条件需要具体分析外,三角洲、扇三角洲和水下扇都发育于湖岸至滨浅湖区,甚至深湖区,与生油岩侧向相邻或垂向叠复,可以优先捕获油气,形成岩性油气藏。前积沉积体系的砂岩主要发育于两类亚环境中:一是分流河道(或水道);二是三角洲(或扇三角洲)前缘地区。

在泉头组和青山口组中,地震前积反射特点是在一个较薄的层系中,反射同相轴以低缓的角度向着下界面前积,前积反射层一般可2~3个,在其顶部隐约可见到顶超现象,类似于叠瓦状前积,但前积层的延伸距离比典型的叠瓦状前积要大得多。

依据三角洲地震结构特点,设计了前积砂体模型(图5)。三角洲的前积建造,既有着垂向加积的特点,又有着盆地方向的扩建作用。这些特点都在地质模型中得到了体现。

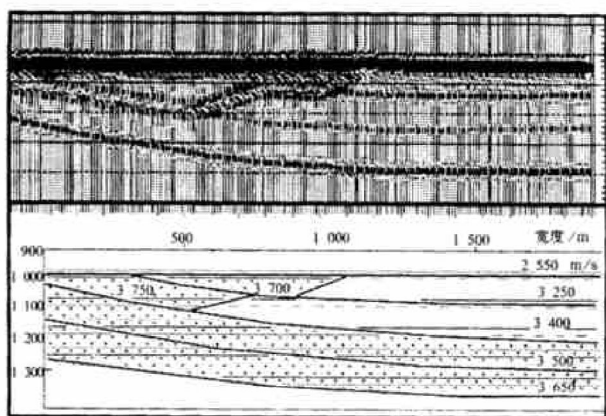


图5 三角洲前积砂体模型

Fig. 5 Pattern of deltaic progradation sandbodies

因此,利用地震资料识别三角洲及三角洲砂体应注意几点:(1)前积反射结构表现为平缓下超或顶超(实际是上翘尖灭);(2)最易识别的砂体是由前积层上翘边缘部位或顶超尖灭层的上翘部位确定的三角洲席状砂体;(3)本区属浅水环境下的三角洲沉积,分流河道砂体是最主要的砂体,由前积层向陆地方向追索,寻找分流平原区的振幅异常、波形异常和结构异常,是识别分流河道砂的有效方法;(4)三角洲前积层系中的振幅变化和波形变化是值得注意的特征,它们往往与砂体存在着密切的关系。

3 有利区带预测

3.1 大情字井地区

大情字井地区位于长岭深凹陷的中部,油气资源充足,泉头组晚期受西南保康和东南怀德水系交汇的共同作用,河道砂体特别发育,青山口组一、二段沉积时期,保康水系的河流三角洲前缘的分流河道的河口坝、席状砂等很发育,物性条件好,砂体受差异压实、构造和断层等影响,可形成大情字井地区高台子油层最有利的构造-岩性、断层-岩性和岩性等圈闭类型,并以岩性圈闭为主。该区为有利油气圈闭带(图6)。

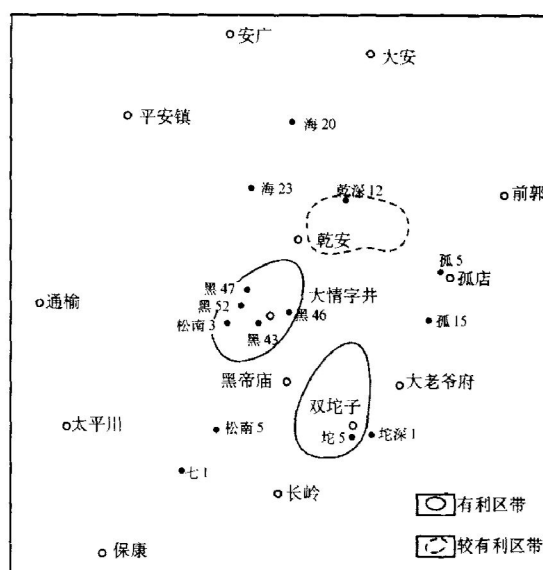


图6 有利含油气区带预测图

Fig. 6 Predicative diagram of favorable oil and gas reservoir zone

3.2 东南物源区

泉头组末期,东南怀德-长春物源特别发育,坡度陡,能量强于来自保康物源的渊远流长的河道流,砂体发育。青山口组沉积期,来自东南方向的物源呈指状从双坨子、大老爷府等处汇入湖盆,在构造高点的双坨子、大老爷府都已聚集成藏,而插入湖盆之间的扇三角洲砂优先捕捉油气,更易富集成藏。该区的河道砂体和三角洲前缘朵叶状砂体是岩性油气藏勘探的有利地区。

3.3 乾安-孤店地区

乾安-孤店地区位于三角洲的前缘相区,部分与有利的河道砂体分布区重叠。该区砂岩含量较高,地震剖面上前积三角洲特征明显。低角度前积三角洲的前缘砂体常常是很好的储集层,呈席状分布。这些砂层在向湖方向上逐渐变为较细的前三角

(下转 178 页)

CHARACTERISTICS OF GAOBEI SUBTLE HYDROCARBON RESERVOIR AND EXPLORATION METHOD

Wang Xudong Lu Guixiang

(Jidong Oil Field, Petro- China, Tangshan, Hebei)

Abstract: Gaobei subtle hydrocarbon reservoir is situated in northern flank of Gaoshangpu buried hill of Nanpu depression. The reservoir was formerly considered to be a structural hydrocarbon reservoir controlled by the fault. It is discovered by re- analyzing thickness of the skeletal sandstone and orientation of material sources that the reservoir is a type, composed of “sand wrapped by mud”, of litho- reservoir against structural background with feature of high production of energy initially and degrading quickly late on. Exploration process for the reservoir indicates that a thorough study of micro- sedimentary phase of reservoir shall be emphasized in the first place when searching for subtle hydrocarbon reservoir, restoring the reservoir by means of seismic inversion, defining the type of hydrocarbon reservoir by studying on comprehensive analysis results.

Key words: subtle hydrocarbon reservoir; material source; sandstone skeleton; energy productivity; exploration method; Gaobei region

(上接 161 页)

洲和湖相沉积物, 与生油岩侧向相邻, 为岩性油气藏勘探较有利地区。

参 考 文 献

1 顾家裕. 陆相盆地层序地层学格架概念及模式[J]. 石油勘探与开发, 1995, 22(4): 6~ 10

2 薛良清. 层序地层学研究现状、方法与前景[J]. 石油勘探与开发, 1995, 22(5): 8~ 13

3 朱筱敏. 层序地层学原理及应用[M]. 北京: 石油工业出版社, 1998

4 陈开远, 孙爱霞, 杜宁平. 成油体系中的层序地层学[J]. 石油与天然气地质, 1998, 19(3): 221~ 226

5 刘震, 吴因业. 层序地层框架与油气勘探[M]. 北京: 石油工业出版社, 1999

SUBTLE TRAPS AND PREDICATION OF FAVORABLE AREAS IN SOUTHERN SONGLIAO BASIN

Li Qun

(Petroleum University, Beijing)

Abstract: Southern Songliao basin can be divided into 4 types of litho- trap and composite trap namely, channel sandbody, progradational leafy sandbody, fault- litho- trap and structural- litho- trap. Channel sandbody in seismic profile displays strong amplitude, preclination of low frequency and down concave reflection. If river bank is steep, the river bed can be defined by termination point of horizontal reflection, point sandbar showing slightly convex while channel displaying the characteristic of concave. Progradational reflection configuration of the progradational leafy body shows gentle downlap or toplap. Deltaic sheet sandbody can be defined by warped part of progradational bed or warped part of toplap pinch out bed. Branch channel sandbody can be identified by the abnormality of structure and waveform through amplitude. Changes for amplitude and waveform in strata series of deltaic progradation are closely connected with the sandbody. Daqingzijing area and southeastern source area are believed to be favorable prospecting oil and gas reservoirs while Qianan- Gudian area is considered to be relatively favorable prospecting oil and gas reservoir.

Key words: Songliao basin; sequence stratigraphy; subtle trap; channel