

文章编号: 0253-9985(2004)05-0506-07

苏丹 Muglad 盆地东北部 AG 组层序地层研究与勘探目标评价

薛良清¹, 樊太亮², 许大丰¹, 刘国强¹, 黄伟², 程炎¹

(1. 中国石油石油勘探开发研究院, 北京 100083; 2. 中国地质大学, 北京 100083)

摘要: 苏丹 Muglad 盆地东北部 AG 组可以划分为下部层序、中部层序和上部层序。下部层序形成于盆地裂陷早期, 以粗碎屑快速堆积为主。中部层序形成于盆地扩张期, 是 Muglad 盆地生油层和储集层发育的重要层段。上部层序形成于盆地萎缩期, 以河流相沉积为主。综合评价认为中部层序具有良好的生储盖组合, 是 Muglad 盆地 AG 组的重要勘探层系。中部层序的东部缓坡带是最有利的勘探区带, I 号目标是较成熟的勘探目标。

关键词: Muglad 盆地; 层序地层; 勘探层系; 勘探区带; 勘探目标

中图分类号: TE111.3 文献标识码: A

Sequence stratigraphic study and exploration target appraisal of AG Formation in northeastern Muglad basin, Sudan

Xue Liangqing¹, Fan Tailiang², Xu Dafeng¹, Liu Guoqiang¹, Huang Wei², Cheng Yan¹

(1. Petroleum Exploration and Development Research Institute, PetroChina, Beijing; 2. China University of Geosciences, Beijing)

Abstract: AG Formation in northeastern Muglad Basin of Sudan can be divided into lower, middle, and upper sequences. The lower sequence, formed in the early chasmic stage of the basin, mainly consists of rapidly accumulated coarse sediments. The middle sequence, deposited in the spreading period of the basin, is an important interval with well developed source and reservoir rocks in Muglad basin. The upper sequence is mainly composed of fluvial formations, deposited in the shrinking stage of the basin. Comprehensive evaluation shows that the middle sequence with favorable combination of source, reservoir and cap rocks is an important series of strata for exploration in AG Formation in Muglad basin. The middle sequence in the eastern gentle slope zone is the most favorable play, where the prospect I is a relatively mature exploration target.

Key words: Muglad basin; sequence stratigraphy; series of strata for exploration; play; exploration target

苏丹 Muglad 盆地是在中非走滑断裂作用下开始形成的中、新生代断陷盆地, 面积为 $11.2 \times 10^4 \text{ km}^2$, 主要沉积了白垩系、第三系和第四系。盆地内最大沉积厚度达 15 000 m, 以白垩系为主, 新生界较薄, 为一套陆源碎屑沉积。苏丹 Muglad 盆地东北部以白垩系陆相沉积为主, 保存了一套以下白垩统 AG 组湖相泥岩为主的主力烃源岩, 形成了古生新储和自生自储两套组合。经过多年勘探, 该区发现了若干油田与含油构造, 但所发现的

油藏均为古生新储组合。随着勘探的不断深入, AG 组为目的层的自生自储组合已成为下一步勘探目标。开展陆相层序地层学研究, 有助于更有效地寻找复杂隐蔽油气藏^[1,2]。本文提供了一个通过 AG 组层序地层研究与沉积体系分析进行勘探层系、勘探区带和勘探目标评价的实例。

1 层序地层特征

20 世纪 90 年代后期, 曾对 Muglad 盆地若干区

块进行层序地层学研究^[3], 将研究区的中、新生代地层划分为4个沉积层序, 即由下白垩统 Sharaf 和 AG 组组成的层序 I, 由上白垩统 Bentiu 组和 Darfur 群构成的层序 II, 由下第三系组成的层序 III 和上第三系与第四系组成的层序 IV。这4个沉积层序与 Hubbard 描述的“Megasequence”相当^[4], 其形成与构造环境的重大改变有关, 前3个层序为3期裂陷旋回的沉积产物^[5~8], 层序 IV 是后裂陷期的产物。为了寻找 AG 组的自生自储的原生油气藏, 在已有层序地层学研究成果的基础上, 对 AG 组进行精细的层序地层学研究, 建立高分辨率层序地层框架, 进一步优选勘探层系、勘探区带和勘探目标。

1.1 层序划分

层序划分的关键, 在于识别出具有年代地层

学意义的侵蚀面、沉积间断面, 或与其可以对比的整合面。在研究区的 AG 组内, 可以识别出地层削截、沉积间断等几类不整合面界面。

(1) 盆地基底面(T_g)。根据 Muglad 盆地邻区钻到基底的3口井揭示, 白垩系下统 AG 组覆盖于前寒武系变质岩基底之上。基底的岩性为前寒武纪花岗岩、花岗闪长岩和花岗质火成岩。根据研究区的地震资料揭示, 基岩顶面在凹陷斜坡带表现为一套较强的、中等连续性的密集反射, 超覆于基岩面之上(图1)。本区界面特征清晰可辨, 反映了 AG 组碎屑岩沉积与基岩之间存在明显的区域性不整合面, 但在盆地深凹区和西部地区因埋藏过深而使得地震反射特征不明显。

(2) AG 组顶界面(T_{60})。作为一个规模较大的不整合面, AG 组顶界表现为如下特征: 一是该界

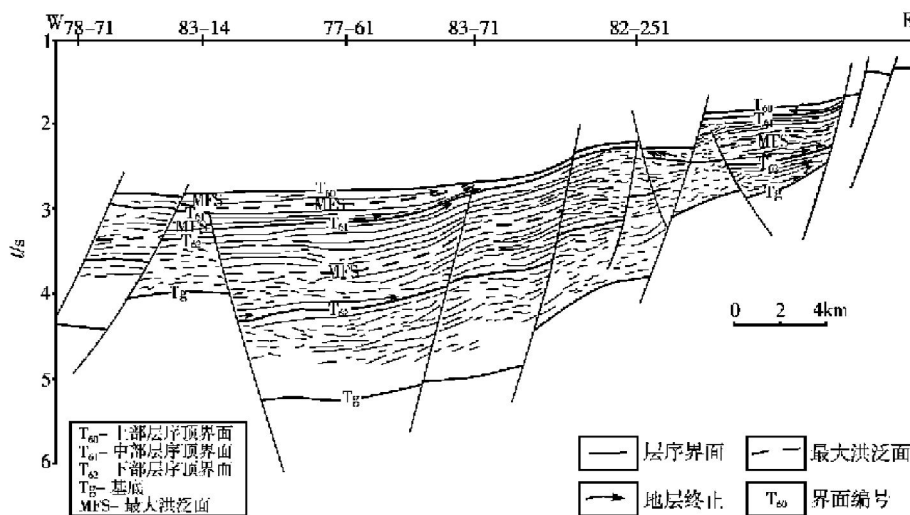


图1 地震测线 82-248 层序地层解释剖面(位置见图3)

Fig. 1 Sequence stratigraphic interpretation section of line 82-248 (see Fig. 3 for location)

面全区普遍发育顶超现象(图1), 地层以较缓的角度向着盆地方向退缩, 代表着湖盆水域收缩, 沉积范围变小的地层发育特点; 二是在凹陷东斜坡带的上部, 可见到清晰的地层削截现象, 代表 AG 组发育末期盆地边缘带的地层侵蚀作用存在。钻井成果揭示界面之下的 AG 组上部以三角洲、湖泊相沉积为主, 而上覆的 Bentiu 组则以曲流河、辫状河沉积为主, 其间沉积相序在多数井中出现间断, 说明地层发育的不连续性。因此, AG 组顶面 T_{60} 由凹陷边缘至凹陷中心表现为地层侵蚀-沉积间断-基本连续的演变过程, 是一个较大的不整合面。

(3) AG 组内部沉积间断面。在 T_g 和 T_{60} 所限定的 AG 组内部, 还发育着两个次一级的不整合面(由下至上为 T_{62} 和 T_{61})。这些不整合面主要表现为上超和顶超等现象, 而没有地层削截的明显证据, 说明这类界面主要是由沉积间断造成的, 并不存在着明显的地层侵蚀。位于 AG 组下部的沉积间断面(T_{62}), 表现为明显的地层上超特征, 而且界面上、下, 地震反射面貌有着较大的差别, 其下反射振幅弱、连续性差, 而界面之上振幅明显增强, 连续性也变好, 说明了上、下沉积环境存在着显著的变化。位于 AG 组上部的沉积间断面(T_{61}), 不整合特征更为明显, 界面之上地层分布明显收缩,

由凹陷底部向凹陷边缘逐层超覆,形成了一个分布范围广泛的超覆界面(图1),代表着沉积范围明显缩小之后的逐步扩张过程。

因此,根据盆地基底面(T_g)、AG组内部沉积间断面(T_{62} 和 T_{61})和AG组顶界面(T_{60})可以把AG组地层划分为下部层序、中部层序和上部层序。

1.2 下部层序

AG组下部层序是盆地发育初期形成的第一

套沉积地层单元,主要充填于两侧断层构成的地堑之内,分布范围比较局限,但沉积厚度大。地震反射在东部斜坡区为中强振幅,中等-弱连续,内部为亚平行反射结构。凹陷中央区为低振幅,弱连续反射,总体上反映了盆地发育早期粗碎屑混杂快速堆积的特点,推断该层序以河流相沉积为主,局部应有浅水湖泊相沉积(图2)。

1.3 中部层序

AG组中部层序为湖盆扩张期的产物,分布范

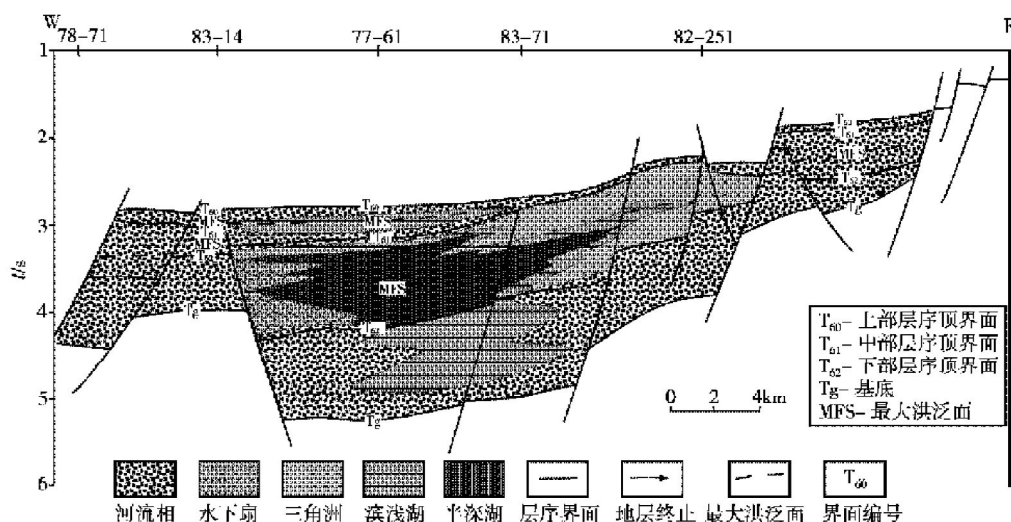


图2 地震测线82-248沉积相解释剖面(位置见图3)

Fig. 2 Sedimentary facies interpretation section of line 82-248(see Fig. 3 for location)

围较之下部层序有了明显的扩展,向东部斜坡,逐层上超,而西侧仍受边界断层的制约。层序底界在缓坡区表现为明显的上超,层序的顶界面为顶超。层序可明显地分为两部分:下部由一套弱-中等振幅、连续性较差的反射波组成,呈楔状分布,凹陷中间厚,向东斜坡带变薄,为该层序的低位体系域;上部地震反射振幅强、连续性好,为一套密集强反射波组,可以见到明显的前积下超现象,是该层序的水进-高位体系域。在高位体系域的晚期,由于湖水退缩,沉积物向着凹陷中心推进,层序顶部出现顶超现象。

1.4 上部层序

上部层序是位于AG组上部的一套地层单元,形成于湖盆萎缩期。层序的底界面以区域性的上超为特征,顶界面普遍发育顶超-削截现象(图1),反映了层序发育从区域性的沉积范围不断扩大开始,在大规模水退背景下结束的发展历史。

在上部层序的发育过程中,边界断层、缓坡带

的顺向同沉积断层作用逐渐减弱,以至消失,它们对层序的展布没有明显的控制作用,层序可超覆于西侧控边断层之上,形成了中间洼槽厚、向周边超覆变薄的碟形层序展布形态(图1)。相对于下伏层序,上部层序厚度较小,展布范围局限,具有填平补齐的特点。钻井揭示该层序以白色、灰白色中到细粒石英砂岩为主,夹薄层泥岩,为洪泛平原相的沉积产物。

2 沉积体系展布

鉴于本区钻井较少,揭示的层位偏浅,直接利用钻井资料确定沉积相类型及展布,存在着困难和局限性,因此以地震相分析为主,综合测井、岩心分析成果,确定沉积相、沉积体系类型及其展布格局。

2.1 沉积体系类型

本区AG组的沉积体系主要由以下几种类型构成(图2,3)。

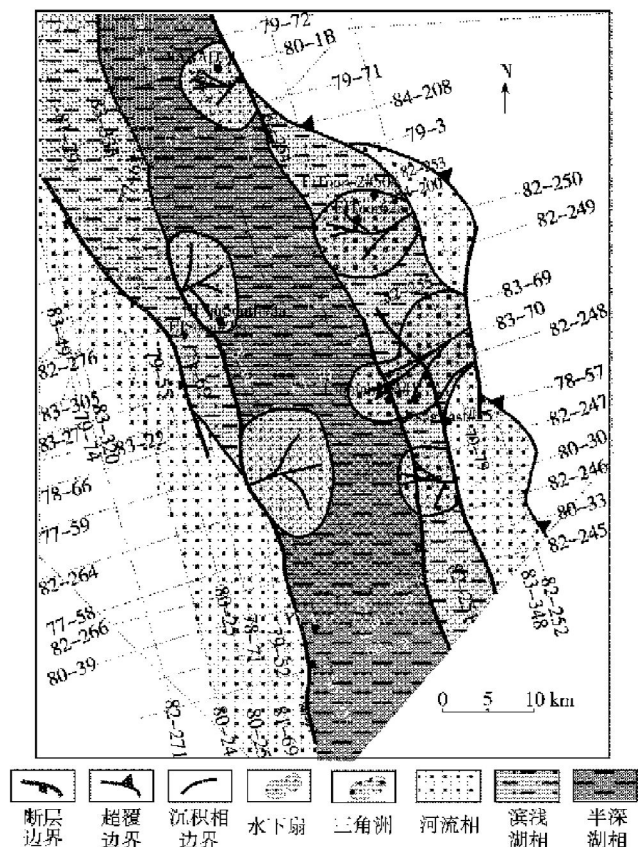


图3 AG组中部层序低位体系域沉积体系图

Fig. 3 Depositional systems of lowstand system tract in the middle sequence of AG Formation

(1) 河流体系: 在本区东部斜坡带顶部、西部断层上盘广泛发育河流体系, 到 AG 组沉积晚期, 则以大面积河流相发育为特征。地震反射具有中频、低振幅、低-中连续性相、杂乱相、变振幅、中连续性相、空白反射相为特点。测井曲线为底界突变向上变细的块状形态, 有时具锯齿状特征。砂岩百分比高, 一般大于 50%。

(2) 三角洲体系: 发育于东部斜坡带的中部。地震上以一套密集强反射为特征, 内部的前积现象不很明显。钻井揭示, 该区三角洲前缘相和三角洲平原相发育完整, 三角洲前缘相以砂泥互层组合为特征, 具进积组合序列, 砂岩以灰白色、中粒为主, 分选中等; 三角洲平原相发育具加积组合特征的砂、泥岩层, 砂岩细-中粒, 次棱角状到次圆状。该区三角洲体系不同于周围斜坡背景上发育的其他扇体, 它不受同沉积断层控制, 其上部发育河流相沉积, 沉积物经过了一定距离的搬运, 因而其岩性构成相对较细, 且具有一定的分选性和磨圆度。

在受同沉积断层影响的东部斜坡带, 发育了多个类似于扇三角洲的沉积体。这些沉积体的分布受同沉积断层控制, 其根部紧邻断层。内部具有前积结构, 可呈多期次发育。顺断阶出现较多的特征为前积-下超结构、楔形-前积结构和具有双向下超丘形结构的地震反射体。

(3) 水下扇体系: 水下扇发育于西部控凹断层下盘。在地震剖面上, 水下扇多表现为局部强反射, 具楔状外形、丘状外形和前积特征。

邻区钻井清晰地揭示了水下扇的沉积特征。扇体从下部层序到上部层序早期持续发育, 包括了扇根、扇中和扇端, 以扇中特征最为明显。扇根由细砂岩-极粗砂岩、泥岩混杂堆积, 分选差, 磨圆差(棱角状-次棱角状), 夹杂着黑灰色、黑色泥岩与页岩; 扇中主要由多期水道叠置而成, 每期水道底部发育细-粗粒、分选中等的块状砂岩, 向上经过砂、泥互层, 变化至较厚层的泥岩; 扇端则为灰黑色泥岩夹杂着薄层细粒砂岩。

本区西部的水下扇体系虽然缺少钻井控制, 但从扇体发育背景、出现层位分析, 应与邻区钻井有着相似的沉积特征。

2.2 沉积体系演化

AG 组的 3 个层序的形成对应于凹陷演化的三个阶段。

下部层序形成于盆地裂陷早期, 断层活动强烈, 受两侧断层的控制, 为充填于地堑之中的沉积。物源来自于东、西两个方向, 以粗碎屑快速堆积为主, 在旋回的最大洪泛期, 于凹陷中央可发育范围局限的滨浅湖相沉积(图 2)。

中部层序形成于湖盆发育的鼎盛期, 沉积范围迅速扩大, 向东超越了同生断层的控制, 演化成东部斜坡带。西侧受边界断层的控制, 紧邻断层附近地层发育最厚, 既是沉降中心, 也是沉积中心。尽管西部陡岸边界有沉积物源发育, 形成水下扇体系, 但规模小, 分布范围有限。主要的物源来自于东部缓坡, 形成一系列特征明显、规模较大的三角洲或扇三角洲体系(图 2, 3)。至中部层序发育晚期, 来自北部的长轴物源起主导作用, 形成了规模大、推进距离远的大型三角洲体系。中部层序的水进体系域对应于 AG 组最大的一次洪泛期, 在地震剖面上表现为一套密集强反射的特征^[9](图 1), 在钻井上显示为一套富含丰富有机质的暗色泥岩层。

上部层序形成于湖盆萎缩期, 沉积范围明显缩小。此时, 断层活动减弱, 地层向着四周超覆, 层序外形呈碟状形态。研究区以河流相、洪泛平原相沉积为主, 在残存的凹陷区, 可发育滨- 浅湖相沉积(图2)。

随着层序的发育与演化, 物源体系也随之改变。下部层序和中部层序低位体系域与高位体系域早、中期, 以东、西向的物源为主(图3); 中部层序高位体系域晚期, 则转为北部轴向物源, 形成由北向南多期推进的轴向三角洲体系; 上部层序湖盆收缩, 环绕湖域存在若干周边小物源供给体系。

在纵向演化上, 下部层序形成于裂谷的初始期, 沉积局限, 以河流相发育为特征; 中部层序的早、中期湖盆宽阔, 沉积范围广, 发育深湖- 半深湖相沉积, 至中部层序的晚期, 湖盆范围大规模缩小, 残留湖区面积很小, 仅分布在研究区的南部; 上部层序发育时, 盆地整体萎缩, 以大面积河流相沉积为主, 在凹陷中央残存着滨浅湖区。

3 勘探目标评价

3.1 层序筛选

本区 AG 组发育了上、中、下三套层序, 且中部层序二分为低位- 水进体系域和高位体系域, 因此, 可能的勘探层系有上部层序、中部层序高位体系域、中部层序低位体系域和下部层序。

3.1.1 下部层序

沉积体系分析表明, 下部层序发育于盆地断陷期, 沉积物快速充填且以粗碎屑为主, 缺乏生油岩, 而且其下伏地层为盆地基底, 因此, 下部层序的生油条件差。下部层序的快速充填、混杂堆积的沉积物, 颗粒分选差、磨圆度低, 加之埋深较大, 因此该层序的储集条件差。综上所述, 下部层序的油源与储层勘探风险大, 现阶段不应首选为勘探层系。

3.1.2 中部层序

中部层序为湖盆扩张期的沉积产物, 也是本区生油层和储集层发育的重要层段。中部层序的凝缩层(密集段)是 AG 组最大洪泛期的产物。地震上以一套密集强反射的底界面为标志, 其分布范围广阔, 可扩展到斜坡带上部。凝缩层在地震上以区域性的下超面为其典型标志。许多地震剖面的反射特征表明, 中部层序的高、低位体系域中都存在地震密集反射段。钻井揭示该套地震密集

反射段以灰色、黑色泥岩为特征, 为半深湖- 深湖相沉积。地球化学分析资料表明较好的生油岩发育于地震密集反射段附近, 因此, 中部层序的凝缩层(密集段)是 Muglad 盆地主要生油岩的发育层段, 也是重要的区域盖层。低位期西部陡岸发育水下扇体, 东部斜坡带上发育有扇三角洲、三角洲沉积体系(图3)。这类砂砾岩被随后发育的水进体系域湖相泥岩所覆盖, 可构成良好的油气成藏组合^[10]。高位期各类沉积体持续发育, 其平面展布规模更大, 有利于储集岩发育, 也存在局部盖层。综上所述, 中部层序生储盖条件较好, 可以选为勘探目的层系。

3.1.3 上部层序

上部层序为湖盆的萎缩期, 湖盆水位较浅。上部层序总体处于河流沉积背景, 分选、磨圆中等, 储集岩较发育, 以中、细砂岩为主, 其储集条件好。但由于上部层序的顶界为区域不整合面, 特别是上覆地层为辫状河发育为主的 Bentiu 组, 其砂岩厚且全区分布稳定, 因而封盖条件较差。综合考虑以上因素, 上部层序暂不考虑为勘探层系。

3.2 区带筛选

如前所述, 在 AG 3 个层序中, 中部层序生储盖条件较好, 被选为勘探目的层系。基于地震资料揭示的构造格局, 可以将本区划分为西部陡坡带、东部缓坡带和北部过渡带。下面就中部层序这 3 个区带进行评价优选。

3.2.1 西部陡坡带

西部陡坡带在中部层序的高位体系域期发育了两个扇体。这两个扇体同处于陡岸控凹断层下盘, 均为水下扇沉积, 与邻区钻井有相似的沉积背景。邻区钻井揭示 AG 组岩性呈砂- 泥薄互层沉积, 单层泥岩厚度较小, 岩性不纯, 盖层条件难以保证; 且好储层不发育, 孔隙度小(均小于 15%), 储层条件较差。因此西部陡坡带的储盖条件风险较大。在中部层序发育期, 西部陡坡带构造不发育, 只有一个圈闭, 且其高、低位体系域期的圈闭高点深度分别为 4 650 m 和 5 150 m, 圈闭太深。因此, 西部陡坡带勘探风险大且勘探成本高, 暂不作为勘探区带的优选目标。

3.2.2 东部缓坡带

东部缓坡带紧邻生烃凹陷, 油气运移路径短, 油源风险小。该带持续发育三角洲- 扇三角洲沉积, 规模较大, 其分布范围受同沉积断层制约, 加

之其古构造和古地理的有利背景,可以推断,该带具储集岩发育的良好条件。由于中部层序的盖层和封堵条件风险都不大,因此,东部缓坡带可选为勘探区带。

3.2.3 北部过渡带

北部过渡带处于两个次凹的鞍部,构造复杂,圈闭发育。该带发育多期三角洲沉积,且地形变化较缓,沉积物经过一定距离的搬运,分选性和磨圆度中等。圈闭大都位于三角洲前缘部位,储集岩的发育条件较好,储层风险不太大。钻井揭示

在上部层序和所钻遇的中部层序顶部都有很好的生油岩,有机碳含量大于 1% 的样品数分别为 6 个和 11 个。该带位于两次凹的过渡带上,这两个次凹都可以向该带供油。其不利因素是晚期断裂活动强烈,对早期油藏起破坏作用。因此,北部过渡带可作为勘探区带,但其风险性要比东部缓坡带大。

对西部陡坡带、东部缓坡带和北部过渡带的评价对比见表 1,初步认为首先优选东部缓坡带,次选北部过渡带,而西部陡坡带暂不考虑。

表 1 中部层序区带评价表
Table 1 Summary of play assessment in the middle sequence

区带	评 价 参 数					风险因素	评价
	圈闭条件	油源条件	储集条件	盖层条件	封堵条件		
西部陡坡带	差	好	差	好	较好	储层、封堵	差
东部缓坡带	好	好	较好	好	好	储层	好
北部过渡带	好	好	较好	好	较好	封堵	较好

3.3 目标筛选

本次研究在 2 km × 4 km 的地震测网的基础上,对上部层序、中部层序高位体系域、中部层序低位体系域以及下部层序等 4 层顶界面进行构造成图,识别出圈闭 37 个,圈闭类型主要为顺向断鼻,其次为反向断鼻和断块。圈闭具继承性强、成排成带分布和埋深变化大的特点。

通过上述层序筛选和区带筛选,明确了本区 AG 组中部层序是主要的勘探层系,中部层序的东部缓坡带是最有利的勘探区带。根据圈闭条件(埋深、幅度、面积、叠置关系和类型)、储集条件、封堵条件和油源条件等因素,在中部层序东部缓坡带优选了 I 号钻探目标。

I 号目标位于东部缓坡带上,为东西被两断层所夹的中部层序低位域砂岩为主的断块圈闭。该目标区为垒块圈闭(图 4)。该圈闭幅度和面积较大,而且在中部层序的高、低位体系域期具继承性,圈闭条件优越。

该目标为三角洲与构造叠合的岩性-构造圈闭,目标位于该三角洲体系的中部,地形变化较缓,沉积物颗粒的分选性和磨圆度中等,推测储层条件应该较好。以速度谱反演出的中部层序地层的含砂率介于 40%~60%,表明砂层发育。

中部层序的最大洪泛面附近发育的泥岩是低位体系域中良好的具区域性分布的盖层(图 4)。

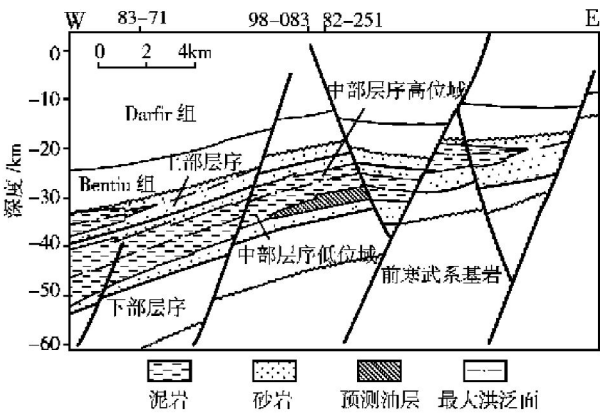


图 4 I 号目标油藏预测剖面图(位置见图 2)
Fig. 4 Predicted section of oil reservoir in prospect I(see Fig. 2 for location)

从中可以看出,在 I 号目标区内,由于上翘方向断层作用导致目标区内的中部层序低位体系域砂体与该断层上盘的中部层序最大洪泛期的泥岩对接,形成较好的侧向封堵。目标区内中部层序高位体系域的砂体可能与上部层序砂体对接,侧向封堵不利,但从一些地震剖面上可以分辨出高位体系域内存在次一级洪泛面,其所发育的泥岩可以认为对高位体系域储层具有一定的封盖能力。总之,中部层序的低位体系域具较有利的封盖条件,高位体系域稍差。两者都存在一定的封堵性风险,后者显然大于前者。

目标区的西边是生油次凹,其 AG 组生油潜力

大,已被证实是本区主力油田的烃源灶,因此,目标区内油源条件好。

综上所述,从圈闭条件、储集条件、盖层条件、封堵条件和油源条件等方面综合来看,I号目标是本区AG组的最有利勘探目标。

致谢:在研究过程中,得到了童晓光的技术指导以及雷鸣、张杰的诸多帮助。窦立荣、潘校华、程顶胜在资料收集和交流讨论等方面提供了大力支持。在此,谨表示诚挚谢意。

参 考 文 献

- 徐怀大.寻找非构造油气藏的新思路[J].勘探家,1996,1(1): 43~ 47
- 徐怀大.从地震地层学到层序地层学(代序)[A].见:徐怀大,赵政璋,樊太亮,等.从地震地层学到层序地层学——油气盆地的定性化与量化描述[C].北京:石油工业出版社,1997. 1~ 10
- 薛良清.层序地层分析在裂谷盆地油气勘探中的应用[J].石油学报,2000,21(5): 7~ 11
- Hubbard R J. Age and significance of sequence boundaries on Jurassic and early Cretaceous rifted continental margins[J]. AAPG Bull, 1988, 72(1): 49~ 72
- McHargue T R, Heidrick T L, Livingston J E. Tectonostratigraphic development of the interior Sudan rifts, Central Africa[J]. Tectonophysics, 1992, 213: 187~ 202
- 王秀林,汪望泉,李素珍,等.M盆地的构造特征及与油气的关系[J].石油与天然气地质,2000,21(1): 76~ 79
- 张亚敏,陈发景.穆格莱德盆地形成特点及勘探潜力[J].石油与天然气地质,2002,23(3): 236~ 240
- 童晓光,窦立荣,田作基,等.苏丹穆格莱德盆地的地质模式和成藏模式[J].石油学报,2004,25(1): 19~ 24
- 徐怀大.陆相层序地层学研究中的某些问题[J].石油与天然气地质,1997,18(2): 83~ 89
- 薛良清.湖相盆地中的层序、体系域与隐蔽油气藏[J].石油与天然气地质,2002,23(2): 115~ 120
- 张功成,陈新发,刘楼军,等.准噶尔盆地结构构造与油气分布[J].石油学报,1999,20(1): 13~ 18
- 新疆油气区石油地质志(上册)编写组.中国石油地质志(卷十五):新疆油气区上册“准噶尔盆地”[M].北京:石油工业出版社,1993. 277~ 279
- 高瑞祺,赵政璋.中国油气新区勘探(二卷):中国陆上天然气勘探新领域[M].北京:石油工业出版社,2001. 229~ 236
- 胡社荣,侯慧敏,吴因业.西北侏罗系煤成油研究中的煤田地质学方法[J].石油学报,1997,18(4): 14~ 17
- 邱东洲,余谦.中西部新一论油气资源战略接替区评选[J].新疆石油地质,2002,23(6): 456~ 465
- 邱楠生,查明,王绪龙.准噶尔盆地演化历史模拟[J].新疆石油地质,2000,21(1): 38~ 41
- 张义杰,王绪龙,刘得光.准噶尔盆地天然气资源勘探战略与对策[J].新疆石油地质,2001,22(5): 386~ 389
- 张年富,准噶尔盆地腹部莫索湾油气成藏条件与成藏模式[J].石油勘探与开发,2001,(5): 17~ 20
- Mcpeek L A. Eastern Green River Basin: a developing giant gas supply from deep, overpressured upper Cretaceous sandstones[J]. AAPG Bull, 1991, 75(6): 1 078~ 1 098
- Law B E, Dickinson W W. Conceptual model for origin of abnormally pressured gas accumulations in low-permeability reservoirs[J]. AAPG Bull, 1985, 69(8): 1 295~ 1 304
- 孙自明,何治亮,牟泽辉.准噶尔盆地南缘构造特征及有利勘探方向[J].石油与天然气地质,2004,25(2): 216~ 220
- 王屿涛,谷斌,王立宏.准噶尔盆地南缘油气成藏聚集史[J].石油与天然气地质,1998,19(4): 291~ 294
- 王绪龙,康素芳.准噶尔盆地腹部及西北缘斜坡区原油成因分析[J].新疆石油地质,1999,20(2): 108~ 112
- 王屿涛,徐长胜,王静.准噶尔盆地石南油田成藏史分析[J].石油勘探与开发,1999,26(1): 28~ 31
- 邱中建,龚再升.中国油气勘探(第二卷)“西部油气区”[M].北京:石油工业出版社,1999. 343~ 345
- 张年富,齐雪峰,王英民.准噶尔盆地侏罗系 III 层序底界上下砂体预测与有利区评价[J].石油与天然气地质,2002,23(2): 145~ 149
- 宋岩.准噶尔盆地天然气聚集区带地质特征[M].北京:石油工业出版社,1995. 56~ 57
- 赵桂萍.准噶尔盆地南缘异常高压及其与油气成藏关系[J].石油与天然气地质,2003,24(4): 327~ 331
- 王金琪.塔里木盆地油气活动史观[A].见:康玉柱.中国塔里木盆地石油地质文集[C].北京:地质出版社,1996. 16~ 26

(上接第 500 页)