

文章编号: 0253-9985(2007)05-0610-05

二连盆地阿南凹陷浅层低熟油气勘探潜力

董 庸, 马立桥, 孙凤霞

(中国石油 勘探开发研究院 杭州地质研究所, 浙江 杭州 310023)

摘要: 基于沉积环境、烃源岩分布、浅层断裂构造等条件, 初步探讨了阿南凹陷浅层低熟油气的勘探潜力。认为下白垩统腾格尔组一段上部和腾格尔组二段发育厚层低熟烃源岩, 具备一定的生烃潜力; 浅层断裂带可构成烃类垂向运移的优势通道; 浅层大型背斜是形成规模油气聚集的有利场所。建议开展针对浅层腾格尔组二段油气目的层系的勘探研究。

关键词: 低熟油; 烃源岩; 浅层; 阿南凹陷; 二连盆地

中图分类号: TE122.1

文献标识码: A

Exploration prospects of low mature oil/gas in the shallow layers of the A'nan Sag the Erlian Basin

Dong Yong Ma Liqiao Sun Fengxia

(Hangzhou Institute of Petroleum Geology, RIPED, PetroChina, Hangzhou, Zhejiang 310023 China)

Abstract Exploration prospect of low mature oil/gas in shallow of A'nan sag of Erlian basin is discussed based on sedimentary environments, distribution of source rocks and shallow fault systems. It is believed that thick low-mature source rocks are developed in the upper 1st member and 2nd member of Tengge'er Formation of the Lower Cretaceous and have certain potential for hydrocarbon generation; the shallow fault systems might act as the major vertical pathways for hydrocarbon migration; and the shallow large anticlines are favorable for large-scale hydrocarbon accumulation. Therefore, it is proposed to carry out a systematic study of exploration in the shallow 2nd member of Tengge'er Formation.

Key words low mature oil; source rock; shallow strata; A'nan Sag; Erlian Basin

阿南-阿北凹陷位于内蒙古二连盆地马尼特坳陷东部, 东南依苏尼特隆起, 西北至巴音宝力格隆起, 面积 3 700 km²。在海西期褶皱基底之上, 近东西向的早、中侏罗世含煤盆地被北东向的晚侏罗世-早白垩世盆地叠加改造^[1]。凹陷沉积主体为下白垩统巴彦花群, 自下至上划分为阿尔善组、腾格尔组和赛汉塔拉组。早白垩世盆地演化经历了 3 个断-坳旋回, 即阿尔善期-腾格尔一期的断陷-断坳陷旋回, 腾格尔二早期-腾格尔二晚期的断陷-断坳陷旋回, 以及赛汉沉积期的坳陷萎缩旋回; 控制了盆地充填的形式及层序的发育 (图 1)。

经过多年的勘探实践, 证明主力含油层系为阿尔善组四段上部和腾 (格尔组) 一段下部及下伏古潜山, 随着目前产量的递减, 亟待寻找新的接替领域。近年来二连盆地岩性地层油气藏的实践^[2~4]表明, 围绕主力目的层系下注开展岩性地层油气藏勘探为一种现实的思路, 目前在阿南-阿北凹陷正积极展开, 特别是围绕阿南凹陷主生油洼槽的研究与勘探已初步取得成果, 发现了南部斜坡带底部腾一段下部串珠状分布的浊积砂体。

这里, 拟就浅层 (主要含油层系之上的腾二段) 油气勘探领域的价值进行探讨。浅层油气领

收稿日期: 2007-07-13

第一作者简介: 董庸 (1970-), 男, 高级地质师, 石油地质

马立桥, 董庸, 孙凤霞, 等. 2006 年阿南-阿北凹陷有利沉积相带深化研究及勘探目标优选. 2007

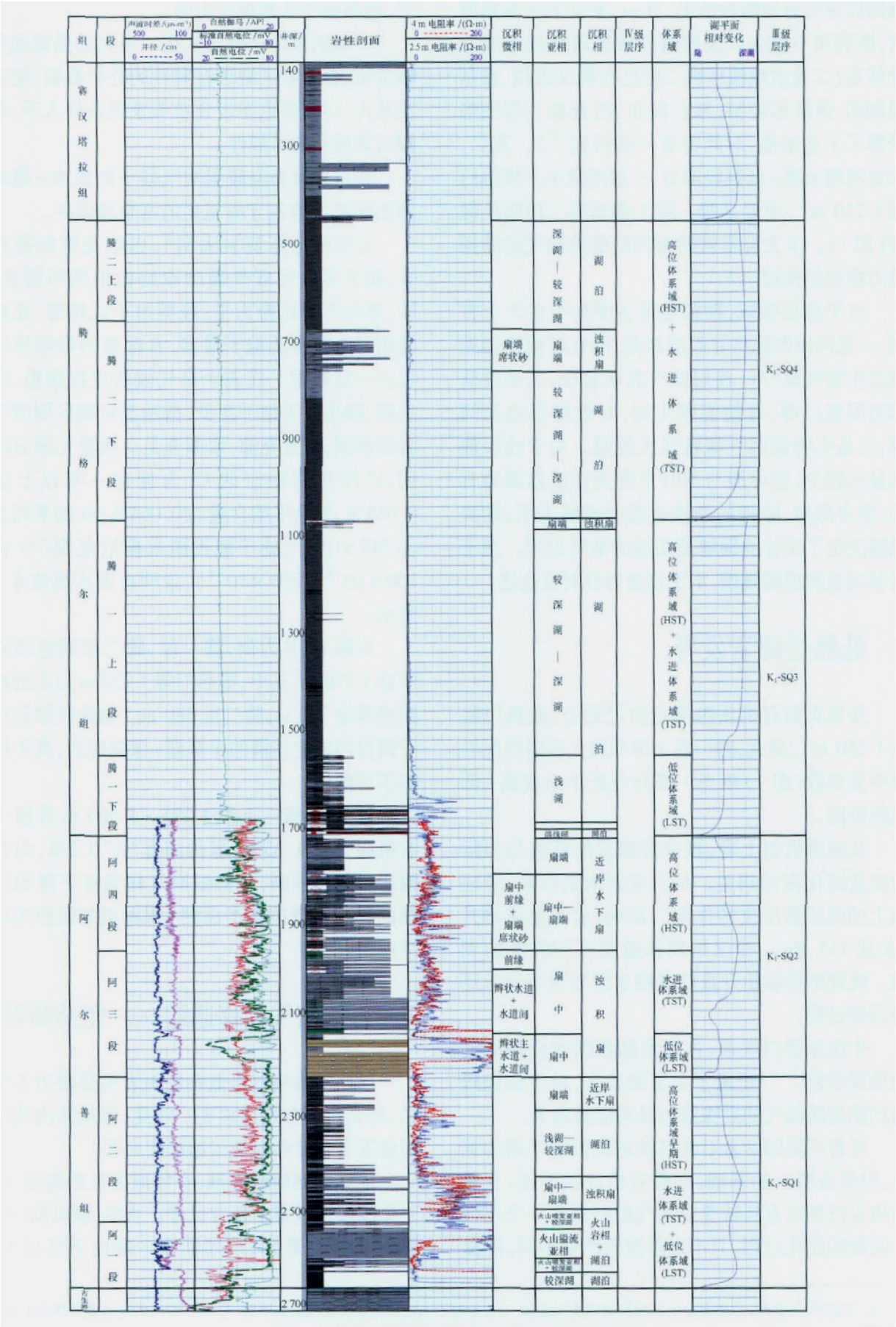


图 1 阿南凹陷阿 18井层序及沉积相分析

Fig. 1 Analysis of sequence stratigraphy and sedimentary facies in Well A18 in the A'nan Sag

域的烃源可分为两种情况,其一,来自下伏成熟源岩,断裂和不整合以及渗透性砂岩等构成主要输导体系(二连盆地浅层腾二段已在赛汉塔拉、吉尔嘎朗图、洪浩尔舒特、额仁淖尔、巴音都兰等凹陷获得了工业油流,对此曾有一些研究^[5])。其二,来自浅埋未熟-低熟烃源岩,一般埋深小于成熟门限 1 250 m,主要是腾一段上部和腾二段暗色泥岩(图 1)。本文着重就阿南凹陷低熟油气的勘探潜力做初步探讨。

对于浅层领域,勘探难度主要集中在 3 个方面:一是阿南凹陷钻井程度较高,除在阿南油田见浅层生物气藏^④外,浅层油气显示较少;二是腾格尔组泥岩巨厚,即使能够生烃,有效排烃也是问题;三是生物成因气藏难成大规模。关于浅层油气显示较少,这可能与当时主要关注成熟源岩有关,诸多海相、陆相的勘探成败的实践表明,勘探思路决定了关注的领域及相应的油气发现。至于运移通道和成藏规模,本文将进行针对性论述。

1 低熟烃源岩发育

按现有的有机质热演化阶段划分,成熟门限为 1 250 m,那么,腾一段上部和腾二段暗色泥岩集中发育段(图 1)相当一部分尚处于未成熟-低成熟阶段。

从成因机制上看,该套烃源岩的低熟与凹陷的构造演化密切相关。早白垩世末期以来,受区域上的强烈挤压反转作用^[6]影响,盆地整体抬升(长达 115 Ma),赛汉组顶部遭受不同程度的剥蚀。晚期的持续抬升致使腾格尔组暗色泥岩未经深埋过程。

中国东部白垩系、古近系陆相湖盆低熟油气的勘探研究^[7-13]积累了丰富的成果,对于认识阿南凹陷低熟油气的勘探潜力具有借鉴意义。

尽管不同的学者对低熟油的成因有不同的观点,但具备统一的基础,即按有机成因学说,有机物质自沉积后直到转变成油气的过程是一个连续不间断的演化过程,只不过各阶段产物不同,换言

之,低熟油气是客观存在的。

一般的生烃评价会依托一系列的微观地化指标分析,鉴于本区缺乏针对性的分析数据,笔者主要从古气候、暗色泥岩分布等宏观条件入手,着重探讨其成藏的可能性。

早白垩世为温暖湿润气候下的淡水-微咸水湖泊环境,有利于有机质的富集和保存。

古生物分析资料表明^⑤,巴彦花群的孢粉组合:裸子类以带双气囊的原始松柏纲和银杏、苏铁、单沟类型花粉为主;蕨类孢子以热带、亚热带植物海金沙科的孢子最多,喜湿热的桫欏科植物也占一定数量。代表干旱气候的克拉梭粉、克鲁克蕨、稀指蕨等孢子甚少,指示当时湖区周围气候温暖湿润,雨量充沛,水源充足。微量元素分析表明,巴彦花群泥岩的 Cl 含量有一半以上小于 0.035%,其余平均含量为 0.064%;Sr 的平均含量为 245×10^{-6} ,处于现代淡水湖泊范围(Sr 含量 $100 \times 10^{-6} \sim 300 \times 10^{-6}$),说明古湖水属淡水-微咸水。

以阿 18 井为例,腾一段、腾二段暗色泥岩总厚达 1 170 m,其中,成熟门限 1 250 m 以上的暗色泥岩厚达 760 m,腾二段 580 m。如此巨厚且广布于阿南凹陷主洼槽的半深湖-深湖泥岩,其生烃潜能不可低估。

阿 18 井腾一上段 1 285~1 500 m 井段平均有机碳含量 1.85%,氯仿沥青“A”0.1%,为好烃源岩。据此推断,相似湿润气候条件下继承性较强的腾二期坳陷型半深湖-深湖泥岩沉积生烃品质应较好。

2 有效油气运移通道——复杂断裂带

巨厚的腾格尔组低熟烃源岩生烃潜力不可低估,那么能否有效运移呢?对此,可从区内浅层断裂的发育程度和断裂沟通深度来看。

地震数据解释发现,在阿南油田西南部,存在一个浅层断裂集中发育区带。从纵、横剖面(图 2 图 3)上可以看到,浅层断裂一般向下穿过 T₀反

王雪平,梁狄刚.二连盆地生油层特征与油气运移.二连盆地石油地质特征及油气聚集规律.中国石油天然气总公司华北石油管理局,1988

④胡云杨.阿尔善构造带油气藏形成条件的剖析.二连盆地石油地质特征及油气聚集规律.中国石油天然气总公司华北石油管理局,1988

⑤张文朝,王洪生.二连盆地白垩统巴彦花群沉积环境.二连盆地石油地质特征及油气聚集规律.中国石油天然气总公司华北石油管理局,1988

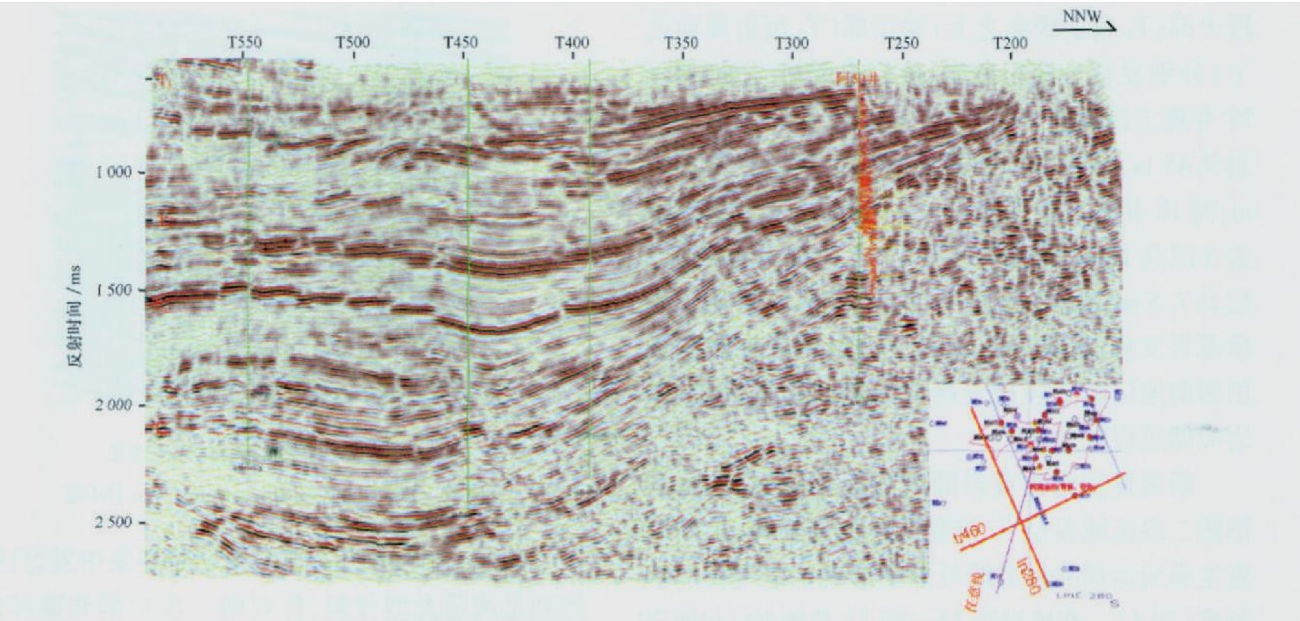


图 2 浅层断裂集中发育带 (主测线 28Q 联络测线 350~ 550)

Fig. 2 Fault systems in shallow strata (ln28Q between tr550 and tr350)

T₃· 赛汉组底; T₅· 腾二上段底; T₆· 腾二下段底; T₈· 腾一段底;

(绿线标志的为探深层的设计井)

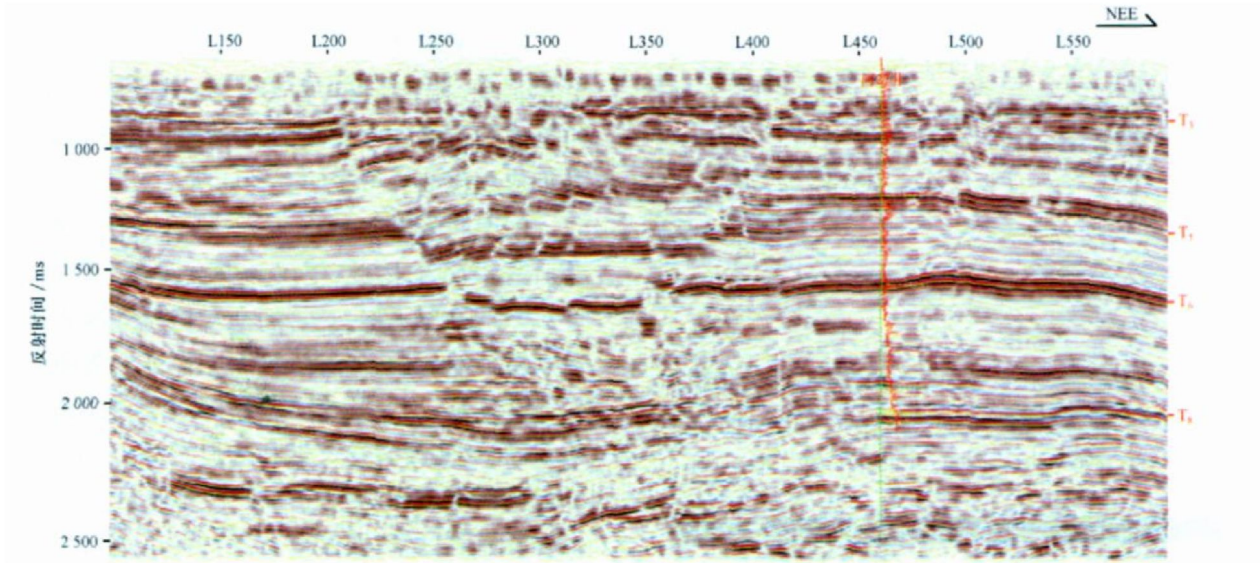


图 3 浅层断裂集中发育带 (联络测线 46Q 主测线 200~ 40Q 测线位置见图 2)

Fig. 3 Fault systems in shallow strata (tr46Q between ln200 and ln45Q see Fig. 3 for the location of the line)

射层(腾二段底), 延入腾一段大套泥岩中消失, 向上一一般止于或部分穿越 T₃ 反射层(赛汉组底); 因此, 断裂主要活动期为腾二期, 在赛汉期后的整体抬升过程中活化。这与前述凹陷腾二早期一晚期为一个完整的断- 坳旋回相一致。

腾一段上部、腾二段暗色泥岩作为低熟烃源岩的主体, 其沉积埋藏生烃与断裂活动期一致, 因此, 浅层断裂集中发育, 可以形成垂向运移优势通道^[14 15], 有利于烃类的有效运移。

3 浅层规模油气聚集的有利场所——大型断裂背斜

前述地震剖面“十”字线揭示, 浅层中 T₃—T₆ 之间发育了具有一定幅度的背斜, 整体被断裂复杂化, 构成“负花状”背斜。顶部最大圈闭面积约 20 km²。

从周缘探井揭示的腾二段岩性来看, 在腾二

段中部 (T_5 反射界面之上) 和顶部 (T_3 反射界面之下) 分别发育一套粉砂岩、砂岩等碎屑岩系, 如阿 27 井腾二段顶部 395~500 m 井段发育 4 层砂砾岩共 45 m, 中部 822~904 m 发育 8 层粉砂岩共 32 m; 阿 18 井腾二段顶部 439.0~450.5 m 发育粉砂岩 5 层共 12 m, 中部 674.0~747.5 m 发育砂岩 2 层共 7.5 m、粉砂岩 8 层共 26.5 m; 阿 15 井腾二段砂砾岩发育, 累厚 222 m, 共 64 层; 推断在阿南油田西南地区腾二段接受南北两侧的物源供应, 砂岩类储层应较发育。

断裂复杂化的背斜圈闭与该套储层配置, 顶部腾二段区域盖层^[16]或赛汉组泥岩封盖, 沿断裂发生垂向运移的烃类即可聚集形成一定规模的油气藏 (图 4)。在连接阿 15—阿 11 井的 NE 向地震剖面可见到良好的平点显示 (图 5 位置见图 3 任意线), 与阿南油田浅层气的典型特征^[17] (图 6) 可以对比。

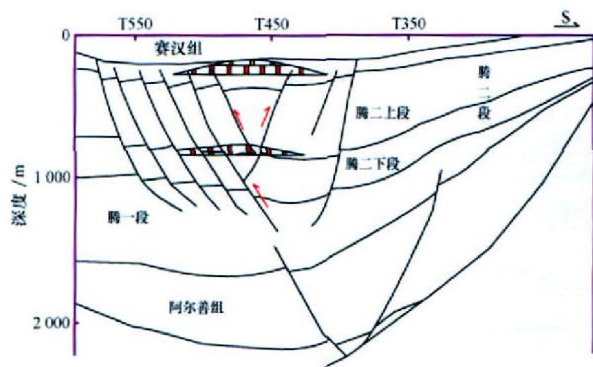


图 4 阿南凹陷浅层低熟油气藏预测模式 (280 测线)

Fig. 4 Model chart for predicting the low mature hydrocarbon reservoirs in the A'nan Sag

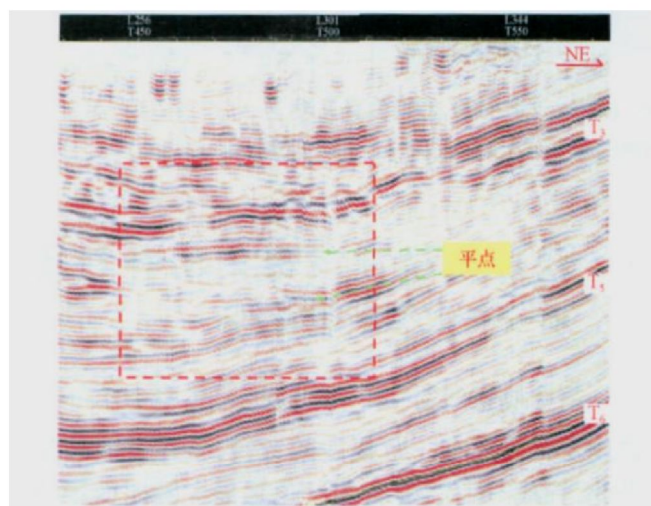


图 5 地震剖面上的平点显示

Fig. 5 Flat spots on a seismic profile

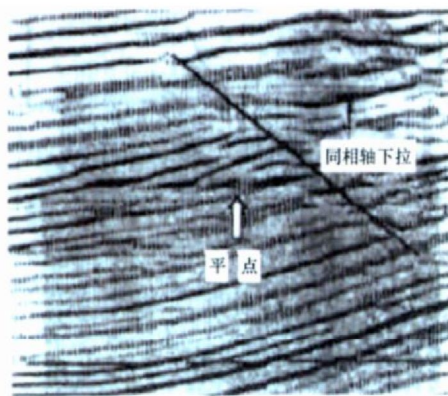


图 6 N142 地震剖面的平点现象

Fig. 6 Flat spots on the seismic line N142

因此, 在阿南凹陷围绕浅层断裂集中发育区, 特别是浅层大型背斜, 针对腾二段中部和顶部的砂岩储层, 加大工作力度, 有望发现浅层油气规模储量。

4 认识与建议

下白垩统腾一段上部和腾二段发育厚层低熟烃源岩系, 其生烃潜力值得关注; 浅层断裂发育带可构成烃类垂向运移的优势通道; 浅层大型背斜是形成规模油气聚集的有利场所。

阿南凹陷勘探程度较高, 但针对浅层的勘探和研究还较弱, 因此, 建议开展针对腾二段油气目的层系的勘探工程, 一是加强对低熟烃源岩宏观、微观特征的分析, 从生烃机制上论证资源潜力, 提供客观依据; 二是编制 T_3 、 T_5 两个反射层的连片构造图, 落实断裂发育带和构造目标; 三是进行腾二段高精度层序地层学和沉积体系研究, 刻画砂体发育有利区带; 四是对有利目标区, 结合老井复查, 适时进行预探以求突破。

相信对浅层低熟油气领域的关注会揭开阿南凹陷油气勘探的新篇章!

致谢: 师恩永泽, 谨以拙文敬贺陈发景教授八十华诞!

参 考 文 献

- 1 谯汉生, 纪友亮, 姜在兴. 中国东部大陆裂谷与油气 [M]. 北京: 石油工业出版社, 1999 7~14
- 2 刘震, 赵阳, 肖伟, 等. 内蒙古二连盆地岩性油藏形成与分布的优势性特征 [J]. 现代地质, 2005, 19(4): 570~578

(下转第 633 页)

- [A]. In Bally A W, ed Atlas of seismic stratigraphy[C]. AAPG Studies in Geology, 1987, 27: 1-10
- 3 Mitchum R M, Vail P R, Thompson S I. Seismic stratigraphy and global changes of sea level(Part 2): the depositional sequence as a basic unit for stratigraphic analysis[A]. In Payton C E, ed Seismic stratigraphy applications to hydrocarbon exploration[C]. AAPG Memoir 26, 1977: 53-62
 - 4 Galloway W E. Genetic stratigraphic sequence in basin analysis (iv): architecture and genesis of flooding-surface bounded depositional units[J]. AAPG Bulletin, 1989, 73: 125-142
 - 5 Cross T A. Controls on coal distribution in transgressive-regressive cycles Upper Cretaceous Western Interior USA [A]. In Wilgaus C K, ed Sea-level changes an integrated approach[C]. SEPM Special Publication 42, 1988: 371-380
 - 6 Dow W G. Application of oil correlation and source rock data to exploration in Williston basin [J]. AAPG Bulletin, 1974, 58(7): 1253-1262
 - 7 Magoon L B. The petroleum system—a classification scheme for research, exploration, and resource assessment[A]. In Magoon L B, ed Petroleum system of the United States[J]. USGS Bulletin 187Q, 1988: 2-15
 - 8 田世澄, 陈建渝, 张树林, 等. 论成藏动力学系统 [J]. 勘探家, 1996, 1(1): 20-24
 - 9 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
 - 10 Peters K E, Snedden J W, Sulaiman A, et al. A new geochemical-sequence stratigraphic model for the Mahakam Delta and Makassar Slope, Kalimantan, Indonesia [J]. AAPG Bulletin, 2000, 84: 12-44
 - 11 焦翠华, 王海更, 牛玉杰, 等. 塔里木盆地哈得 4 油田东河砂岩层序地层界面类型及测井识别方法 [J]. 石油与天然气地质, 2007, 28(1): 69-76
 - 12 高志勇, 韩国猛, 张丽华. 河流相沉积中的准层序——以四川中部须家河组为例 [J]. 石油与天然气地质, 2007, 28(1): 59-68
 - 13 郭建华, 朱美衡, 刘辰生, 等. 阿克库勒凸起东河砂岩的沉积相与层序地层 [J]. 石油与天然气地质, 2005, 26(6): 808-815
 - 14 庄丽. 东营凹陷永安镇三角洲层序地层与沉积体系 [J]. 石油实验地质, 2006, 28(6): 544-548
 - 15 郝雪峰, 陆相断陷盆地层序地层与成藏单元类比分析——以济阳拗陷为例 [J]. 油气地质与采收率, 2007, 14(2): 16-18
 - 16 田世澄, 张树林, 袁国礼. 论成藏动力学系统的划分和类型 [A]. 见: 胡见义, 编. 中国含油气系统的应用与进展 [C]. 北京: 石油工业出版社, 1997: 33-41
 - 17 陈发景, 田世澄. 压实与油气运移 [M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1986: 7-27
 - 18 田世澄, 李纯菊. 泌阳凹陷孔隙流体压力及油气运移特征 [J]. 地球科学——武汉地质学院学报, 1986, 11(3): 323-327

(编辑 陈喜禄)

(上接第 614 页)

- 3 杜金虎, 易士威, 张以明, 等. 二连盆地隐蔽油藏勘探 [M]. 北京: 石油工业出版社, 2003
- 4 刘震, 刘俊榜, 高先志, 等. 二连盆地岩性油藏的幕式充注和相对早期成藏特征分析 [J]. 石油与天然气地质, 2007, 28(2): 40-49
- 5 赵志刚, 史原鹏, 贾继荣, 等. 二连盆地腾二段高产油藏成藏模式 [J]. 大庆石油地质与开发, 2002, 21(2): 5-6
- 6 李心宁, 王同和. 二连盆地反转构造与油气 [J]. 中国海上油气(地质), 1997, 11(2): 106-110
- 7 李素梅, 庞雄奇, 金之钧, 等. 未熟-低熟油研究现状与存在的问题 [J]. 地质论评, 2003, 49(3): 298-303
- 8 王永霖, 张吉光, 秦建中. 海拉尔盆地巴彦呼舒凹陷未熟油勘探前景 [J]. 石油实验地质, 2005, 27(3): 8-15
- 9 孙永红, 宋兰斌. 松辽盆地北部未熟低熟油成藏特征 [J]. 大庆石油地质与开发, 2001, 20(6): 11-13
- 10 秦建中, 王静, 李欣, 等. 渤海湾盆地饶阳凹陷未熟-低熟油成烃成藏条件研究 [J]. 石油实验地质, 2003, 25(S0): 66-72
- 11 朱芳冰. 辽河盆地西部凹陷源岩特征及低熟油分布规律研究 [J]. 地球科学——中国地质大学学报, 2002, 27(1): 25-29
- 12 庞雄奇, 李素梅, 黎茂稳, 等. 八面河地区“未熟-低熟油”成因探讨 [J]. 沉积学报, 2001, 19(4): 86-91
- 13 胡瑛, 张枝焕, 方朝合. 溱潼凹陷低熟油生物标志物特征及成熟度浅析 [J]. 石油与天然气地质, 2005, 26(4): 12-17
- 14 姜振学, 庞雄奇, 曾溅辉, 等. 油气优势运移通道的类型及其物理模拟实验研究 [J]. 地学前缘, 2005, 12(4): 507-516
- 15 金之钧, 张发强. 油气运移研究现状及主要进展 [J]. 石油与天然气地质, 2005, 26(3): 63-70
- 16 彭先焰, 唐宏, 张晓龙, 等. 二连盆地盖层条件与油气保存 [J]. 西安石油学院学报(自然科学版), 2002, 17(5): 14-16
- 17 孙志华, 洪月英, 吴奇之, 等. 二连盆地阿南凹陷气藏地震特征 [J]. 天然气工业, 2001, 21(3): 26-29

(编辑 高岩)