

文章编号:1009-3850(2015)04-0077-08

辽河油田锦99块扇三角洲前缘储层层次分析

兰志勤¹, 杨少春², 王 燕³

(1. 山东省煤田地质规划勘察研究院, 山东 泰安 271000; 2. 中国石油大学(华东)地球科学与技术学院, 山东 青岛 266580; 3. 中石化胜利油田博士后科研工作站, 山东 东营 257000)

摘要:辽河油田锦99块沙河街组四段上亚段杜家台油层是典型的扇三角洲前缘沉积,主要由扇三角洲前缘水下分流河道和河道砂坝组成。依据高分辨率层序地层学和储层构型理论,采用层次分析方法,对锦99块沙四上亚段扇三角洲前缘砂体构型界面进行了层次表征。综合利用岩心资料和测井资料,识别出11种岩相类型和4种岩相组合。根据高频湖泛面、冲刷面、粒序突变面和岩相转换面将沙四上亚段I₃砂层组和II₁砂层组划分为6个短期旋回、15个超短期旋回。在等时格架内,建立了扇三角洲前缘储层5级构型界面层次,层次界面以三级和四级为主,四级界面分布较稳定,三级界面零星分布。总结出两种层次界面分布模式:较稳定分布的界面和随机型分布的界面。储层层次分析为研究区构型约束建模提供了依据。

关键词:锦99块;沙四上亚段;扇三角洲前缘;岩相;层次界面

中图分类号:TE122.2⁺1

文献标识码:A

辽河油田锦99块位于松辽盆地西部凹陷西斜坡的西南部,北接千12块,南邻锦14块,东接锦4块(图1),其中中东块、中西块、西块为3个断块主力含油区块。本次研究目的层段是锦99块古近系沙四上亚段杜家台油层的I油组3砂层组和II油组1砂层组,油藏埋深1200~1475m,发育扇三角洲前缘沉积,砂体为扇三角洲前缘的水下分流河道和河道砂坝^[1]。研究区沉积微相的研究成果被国内外大量文献引用,但储层构型的研究尚不足。目前锦99块油藏已处于特高含水开发阶段,面临诸多开发难题,常规的沉积相研究已不能满足研究区剩余油挖潜的需要。搞清砂体的内部结构,揭示储层的空间分布模式已成为该块进一步开发的研究重点。本文在前人研究的基础上,划分了研究区的储层岩相类型,分析了岩相特征,进行了构型界面层次表

征,建立了内部构型界面的分布模式,为研究区构型约束建模提供了依据。

1 岩相类型及特征

岩相是指具有相同或相近的组分和结构特征的岩石组合,是储层层次界面分析的基本单元^[2-7]。通过对目的层段8口取心井的观察分析,借鉴曲流河储层岩相划分方案^[2-3],在研究区共识别出11种岩相类型。

1.1 块状层理细砾岩相(Gmf)

多为细砾岩,主要由砾石和充填于砾间的粗砂组成。砾石大小不一,成分混杂,分选差,磨圆呈次棱角状,砾径在1~2cm之间(图2a)。该岩相分布于水下分流河道主体下部,多与下伏地层呈冲刷接触,是高强水动力条件下的快速沉积产物。

收稿日期:2014-11-08; 改回日期:2015-08-07

作者简介:兰志勤(1990-),男,硕士,主要从事油气藏开发地质研究工作。E-mail:lanzhiqin2014@163.com

资助项目:国家油气重大专项课题(2011ZX05009-003)

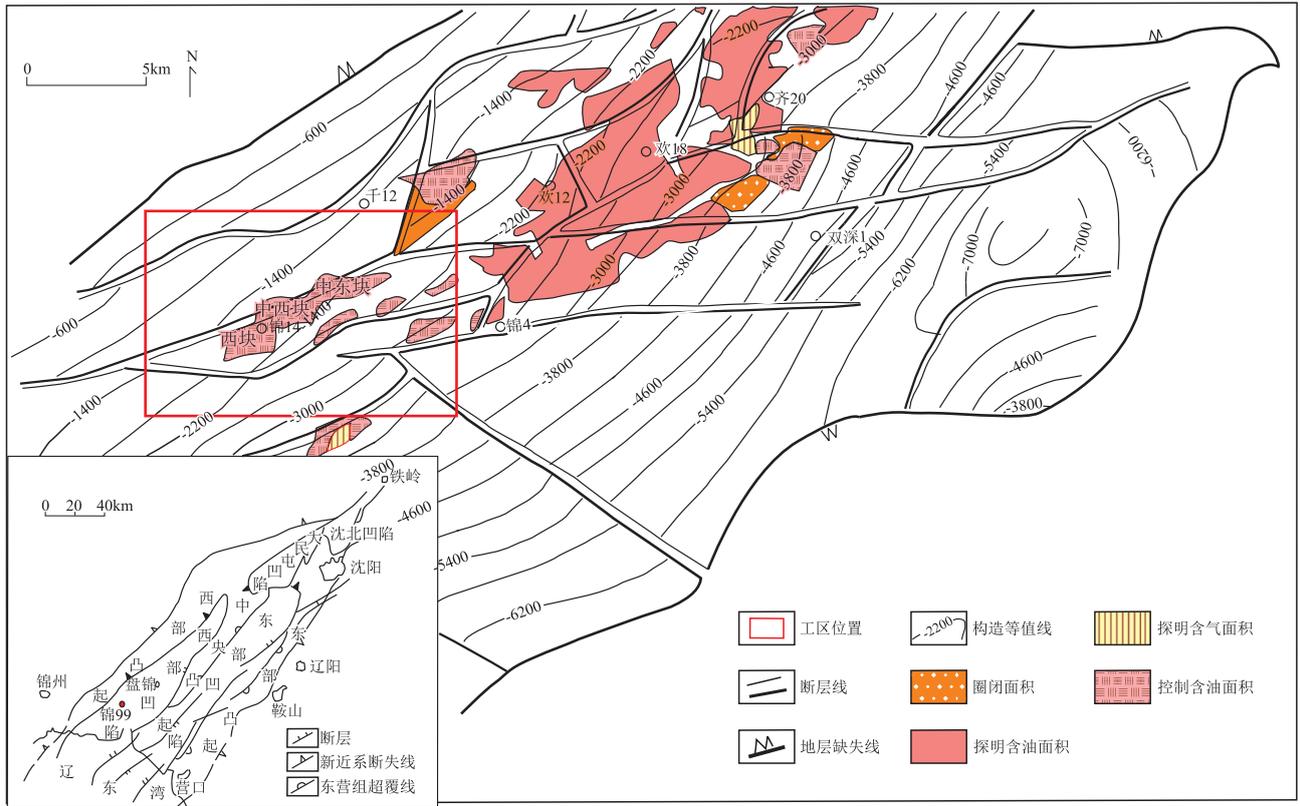


图1 辽河油田锦99块构造位置图(以沙四段底界面为例)

Fig. 1 Tectonic setting of the quadrant Jin-99 of the Liaohe Oil Field

1.2 块状层理含砾粗砂岩相 (SGm)

以粗砂岩为主,砾石含量低,约1%~5%。砾石长轴多呈水平排列,定向性较为明显,分选中等,次棱角状~次圆状,砾径0.5~1cm。砂质成分分选、磨圆中等(图2b)。该岩相多发育于水下分流河道、河道砂坝等强水动力条件下。

1.3 块状层理粗砂岩相 (Scm)

形成于稳定且较强的水动力条件下,为粒度较为均匀的粗砂岩的快速沉积。在该岩相底部多含有一定数量的细砾(图2c)。

1.4 块状层理中砂岩相 (Smm)

与上述各岩相相比,中砂岩相的分选、磨圆明显变好,物性特征较为理想。该岩相内部常含少量的炭屑或炭化植物碎片,偶见个别砾石定向排列(图2d)。

1.5 块状层理细砂岩相 (Smf)

发育于水下分流河道、河道砂坝和席状砂等砂体中,是最主要的储集砂体。具有较好的分选、磨圆和成分成熟度,炭屑碎片广泛存在(图2e)。

1.6 波状层理细砂岩相 (Sfw)

发育于河道砂坝下部和水下分流河道的上部,波状纹层厚约3~5cm,富含炭屑(图2f)。

1.7 小型交错层理粉砂岩相 (Fsc)

在河道砂坝、席状砂等环境中常有发育,主要由细砂质粉砂组成,主要发育板状交错层理,其层系厚度约为5~20cm。层系在剖面上的延伸长度约为10~30cm,纹层倾角一般在30°~60°之间(图2g)。该岩相形成于较弱的水动力环境中,炭屑、云母等碎片呈层分布。

1.8 水平层理粉砂岩相 (Fh)

多以粉砂岩、粉砂质泥岩、泥质粉砂岩、泥岩间互形成水平层理。纹层厚度小,一般单纹层在0.2~2cm之间(图2h)。各种细层界面清楚,层面上可见大量炭屑和炭化植物碎片。该岩相多出现在分流间湾中。

1.9 块状层理粉砂质泥岩相 (Mm)

分布于分流间湾中,由黄灰色粉砂质泥岩组成,纹层不明显。富含炭屑、铁质和植物碎片(图2i)。是一种水体条件相对静止下的产物。

1.10 灰绿色泥岩相 (Mey)

层系厚度一般为30~50cm,泥岩质地不纯,含粉砂或炭屑(图2j),形成于静水还原条件下。

1.11 红色、杂色泥岩相 (Mo)

泥岩沉积后若较长时间暴露水面,内部铁质会

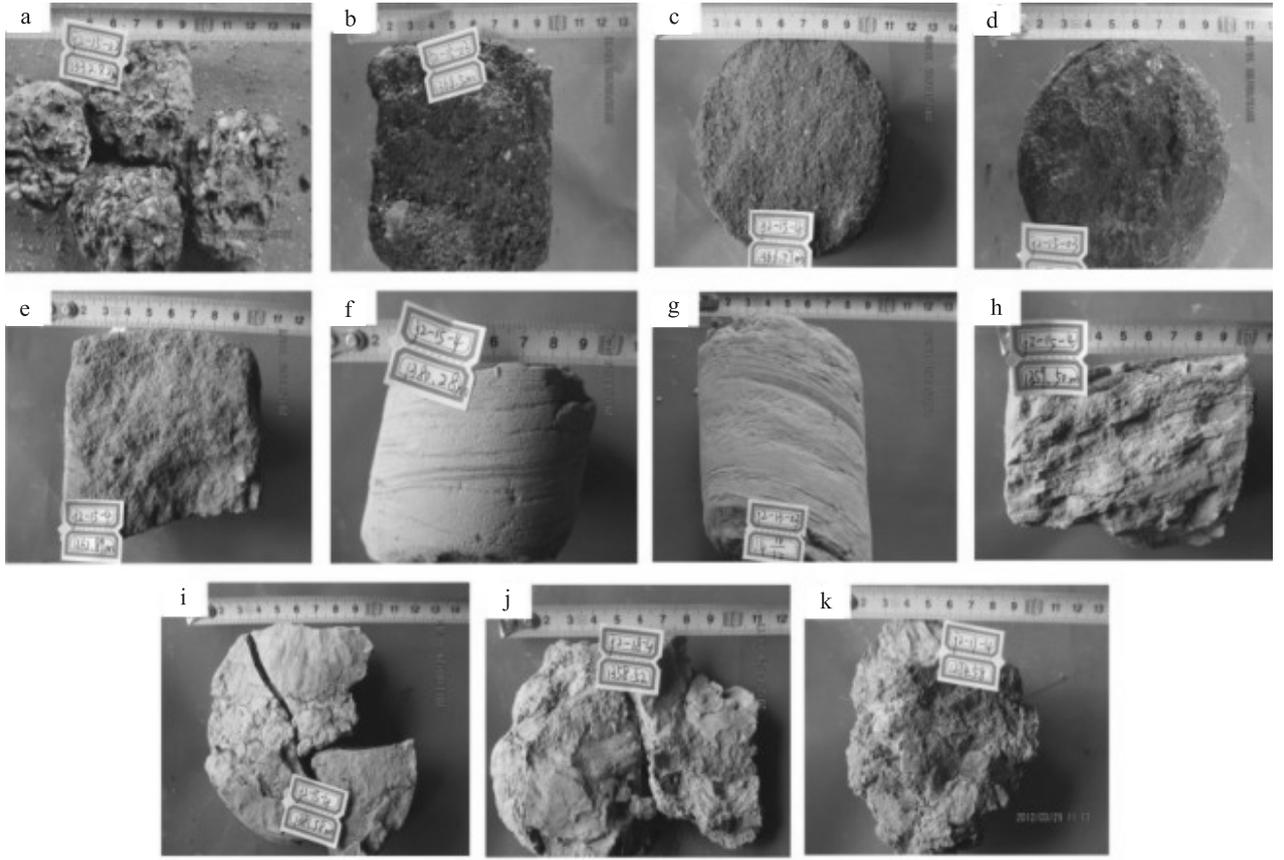


图2 研究区杜家台油层岩相类型

a. 块状细砾岩相; b. 块状层理含砾粗砂岩相; c. 块状层理粗砂岩相; d. 块状层理中砂岩相; e. 块状层理细砂岩相; f. 波状层理细砂岩相; g. 小型交错层理粉砂岩相; h. 水平层理粉砂岩相; i. 块状层理粉砂质泥岩相; j. 灰绿色泥岩相; k. 红色、杂色泥岩相

Fig. 2 Lithofacies types in the Dujiatai oil reservoirs in the upper submember of the 4th member of the Shahejie Formation in the quadrant Jin-99 of the Liaohe Oil Field

迅速被氧化成红色。为研究区快速沉积体系,往往早期的沉积物来不及氧化即被后期的沉积物覆盖,从而形成红色、杂色泥岩相^[4],多存在于河道砂体间的薄夹层中(图2k)。

2 岩相组合及成因特征

地层中各种岩相并非单独出现,而是以一定的岩相组合单元出现,其组合构成特定的成因单元地质体^[2-7]。根据对锦99块杜家台油层沉积和岩相的研究,将沙四上亚段杜家台油层 I₃、II₁砂层组共划分为4种岩相组合类型。

2.1 水下分流河道主体

岩相组合为 Gmf-SGm-Smm-Mm-Mcy,是研究区最为重要的岩相组合类型。剖面上以细砾岩、含砾粗砂岩、中砂岩为主,整体上由下到上呈正递变。下部的粗岩性段占整个岩相组合剖面的60%以上,上部细岩性段所占比例极小,表明河道在填积作用完成后迅速改道或退化,整体上仍为水进退积作用

形成的正韵律剖面特征。底部往往是砂砾岩和起伏地层呈冲刷接触(图3a)。

2.2 水下分流河道侧缘

岩相组合为 SGm-Smm-Smf(Sfw)-Ssc-Fh-Mm。剖面上以中砂岩、细砂岩、粉砂岩互层为主,中间多出现小段泥岩,整体上呈正递变。其中细砂岩和粉砂岩段约占整个岩相组合剖面的65%以上。剖面上沉积特征与水下分流河道主体极为相似,由于侧缘处水动力条件较水下分流河道主体明显减弱,导致其粒度、分选和磨圆变差,层系、层理规模明显减小(图3a)。

2.3 河道砂坝

岩相组合为 Mcy-Mm-Sfw-Smf-Smm-Scm。位于河道的主流线上,单砂体厚度较水下分流河道砂体厚。剖面上以粉砂岩、细砂岩、中粗砂岩为主,整体上由于前积作用呈反韵律特征,主体是上部的细岩性段(图3b)。

2.4 分流间湾

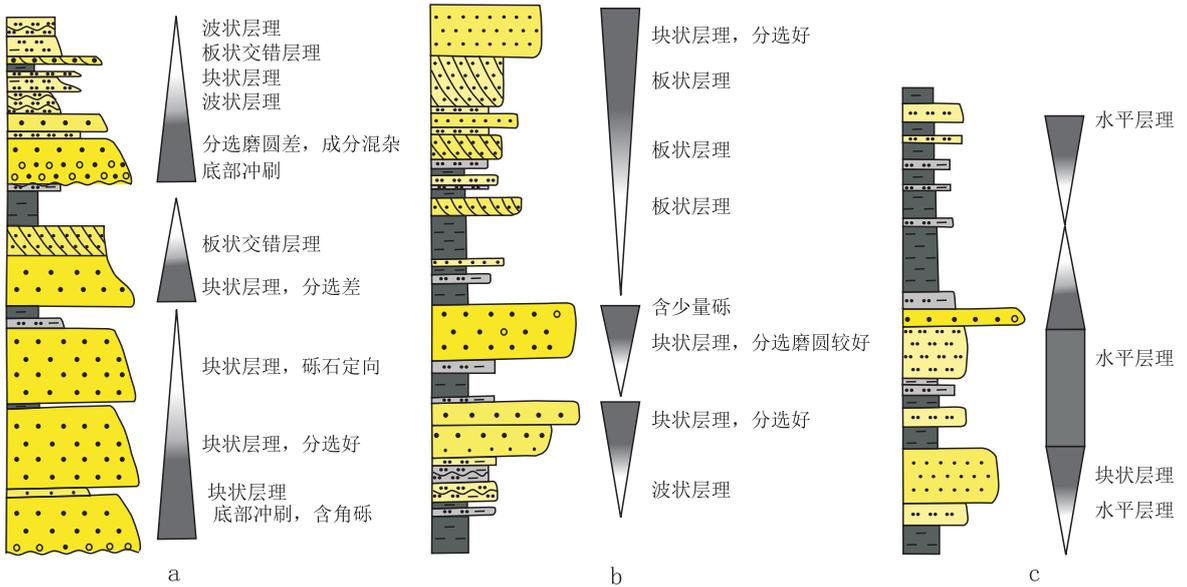


图3 扇三角洲前缘岩相组合类型

a. 扇三角洲前缘,水下分流河道主体及侧缘岩相组合(锦2-15-03, II₁砂层组); b. 扇三角洲前缘,水下分流河道砂坝岩相组合(锦2-15-4, I₃砂层组); c. 扇三角洲前缘,水下分流间湾岩相组合(锦2-18-4, I₃砂层组)

Fig. 3 Lithofacies association types of the fan delta front deposits in the Dujiatai oil reservoirs in the upper submember of the 4th member of the Shahejie Formation in the quadrant Jin-99 of the Liaohe Oil Field

主要发育在西块,位于扇三角洲前缘的最前端,岩相组合依次为 M_{cy}-M_m-F_{sc}。剖面上为泥岩、粉砂质泥岩、泥质粉砂岩、粉砂岩之间相互组合呈互层状。层理类型以块状层理、水平层理为主。由于常位于湖面氧化面之下,表现为还原环境,该段泥岩多呈灰绿色和黑色。单砂层厚度极薄,一般单层厚度在0.5m左右(图3c)。

3 高分辨率层序地层划分

根据 Cross 提出的基准面旋回的概念范畴和级次划分^[9],对目的层基准面旋回界面加以识别。基准面旋回界面分为基准面上升至下降转换面和基准面下降至上升转换面。划分过程中主要应用钻井取心资料,通过分析岩性特征和岩相组合,识别目的层基准面旋回界面标志,主要为冲刷面、洪泛面、粒序突变面和岩相转换面。然后用取心井标定测井曲线,建立基准面旋回测井响应标准,对非取心井完成基准面旋回识别^[8-12]。依据以上原理,通过大量单井和连井剖面精细分析和对比,将目的层共划分为6个短期基准面旋回和15个超短期基准面旋回。

短期基准面旋回的划分与井间对比充分考虑了扇三角洲前缘斜坡特点,以斜坡的空间发育特点为参考,追踪同一成因类型砂体顶部。II₁砂层组共分为3个短期基准面旋回,6个超短期基准面旋回

(图4)。3²-3³单砂体构成一个向上变浅的不对称基准面旋回,基准面上升时物源供给不足,处于饥饿状态,表现为无沉积作用;基准面下降时,物源供给不断增加,形成进积、加积序列,基准面旋回界面表现为岩性突变面,测井响应上是一幅度突变面。3²-2¹单砂体、2¹-1¹单砂体均组成一个完整的水进-水退的较对称的基准面旋回,其转换位置位于该短期基准面旋回中部大规模湖泛面,沉积物主要为高可容空间下缓慢沉积的厚约2m的湖相泥岩。在转换位置之下,湖体局部扩大,可容空间增大,扇三角洲发生进积,形成下部为粗粒沉积的水下分流河道主体和水下分流河道砂坝;上部为细粒沉积的水下分流河道侧缘和水下分流间湾,表现出湖泊能量减弱水体加深的变化趋势。测井曲线上呈现出幅度趋向平稳、钟型的特征。在转换面之上,沉积情况正好相反,湖体萎缩,可容空间减小,扇三角洲发生退积,沉积粒度自下至上整体上表现为由细变粗、由深水沉积向水下分流河道沉积转变。测井曲线幅度变化增大,呈现出箱型、漏斗型特征。II₁砂层组沉积时期,整体上表现为一次较大规模的水进,扇三角洲向湖泊退积。垂向沉积由以砂砾岩、粗砂岩为主体的扇三角洲前缘水下分流河道、河道砂坝沉积向具有粉砂岩、泥岩的水下分流间湾转变。I₃砂层组可分为3个短期基准面旋回和9个超短期基准面旋回。整体表现为两期水退,湖平面持续下降,

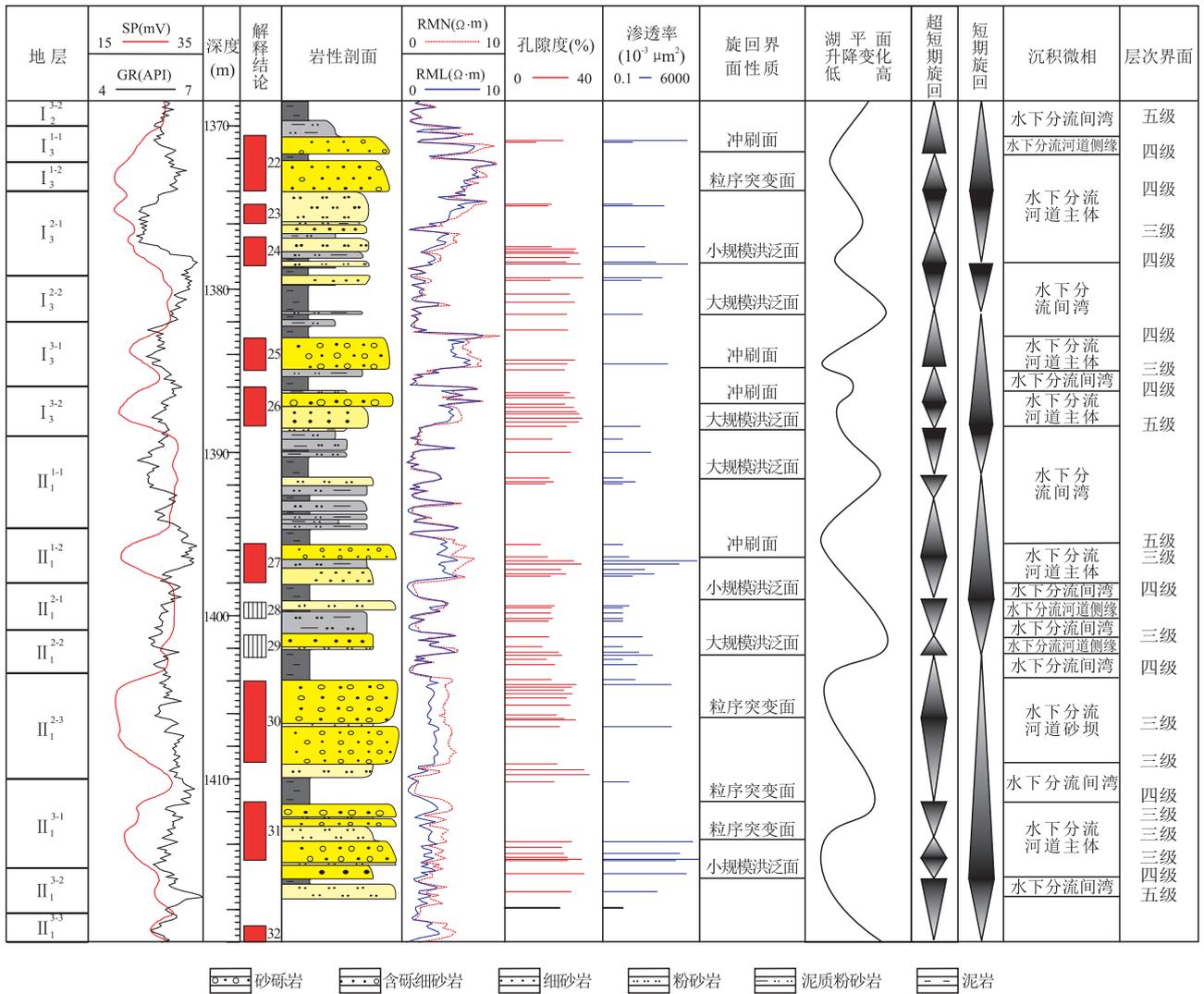


图 4 杜家台油层 I₃、II₁ 砂层组层序地层格架及层次界面划分图

Fig. 4 Division of sequence stratigraphic framework and architectural boundary in the Dujiatai oil reservoirs in the upper submember of the 4th member of the Shahejie Formation in the quadrant Jin-99 of the Liaohe Oil Field

可容空间减小。垂向上形成由水下分流间湾、水下分流河道主体、河道砂坝演化的沉积序列,为加积型和进积型准层序组。总体上,沙四上亚段 I₃ 砂层组和 II₁ 砂层组沉积具有明显的韵律性,沉积物粒度由下向上呈粗-细-粗-细-粗的变化,反映了 3 期大规模湖平面升降变化。

4 层次界面类型及分级

4.1 层次界面分级

根据砂体内部沉积界面的相互包含和被包含关系,依据 Miall 提出的河流沉积体系沉积界面分级系统^[13],对目的层的层次界面进行了划分,从小到大划分出 5 级层次界面:一级界面为交错层系的界面,只能在岩心上识别,在杜家台油层中表现为小

型交错层理层系界面、斜层理层系界面和波状层理层系界面等;二级界面为交错层系组界面,是砂体内不同岩相之间的转换面,主要从岩心上识别;三级界面为韵律层的界面,是同一成因砂体内部的沉积间断面或冲刷面,反映了沉积作用的短暂变化,是一期洪水事件的标志^[6,13],具有局部遮挡作用,该界面可与超短期基准面旋回内的转换面具有一致性;四级界面为扇三角洲前缘单一成因砂体界面,是一组洪水事件的开始或结束,属于小层内的主要屏障^[4-7]。在密井网的条件下,井间对比有一定的可行性,短期基准面旋回内转换面多为这种类型界面;五级界面为多个成因砂体组成的复合砂体的顶界面^[5-6,14],是目的层段中能识别出的最高级别的沉积界面,为大规模侵蚀或洪泛面,界面延伸范围

广、分布稳定。

在基准面旋回划分的基础上,以锦 2-15-4 为例,可以将 I_3 砂层组划分出两个五级层次界面、5 个四级层次界面和两个三级层次界面(图 4)。五级层次界面是砂层组间厚约 2m 的泥岩底界面,界面上为黑色泥岩,界面下为细砂岩。在测井曲线上表现为向上自然电位曲线变平直, RMN、RML 电阻率值变小,幅度差变小,对应层序地层中的大规模洪泛面,是砂层组间较为稳定的隔层。在五级层次界面限制的砂体内识别出两个四级层次界面,划分出 4 个单一成因砂体,分别表现出进积型、退积型岩相组合,代表了一组湖侵或一组湖退形成的砂体。四级界面一般为湖泛面、岩相转换面,测井曲线上表

现为自然电位曲线回返, RMN、RML 电阻率值变小,幅度差减小。在四级界面限制的单一成因砂体中,识别出两个三级界面,在岩性上为砂岩中的薄层泥岩夹层。测井曲线特征为微电极明显回返,幅度差减小, GR 回返, SP 轻微回返,在层序界面中一般为岩相转换面和冲刷面。同理,可将 II_1 砂层组划分为两个五级层次界面、4 个四级层次界面和 7 个三级层次界面。

4.2 层次界面类型

层次界面类型是指在纵向沉积层序中一期连续稳定沉积结束到下一期连续稳定沉积开始之间形成的、在岩性和测井响应特征上有别于上下邻层的特征岩性面的类型^[3,6-7]。根据岩心观察结果和

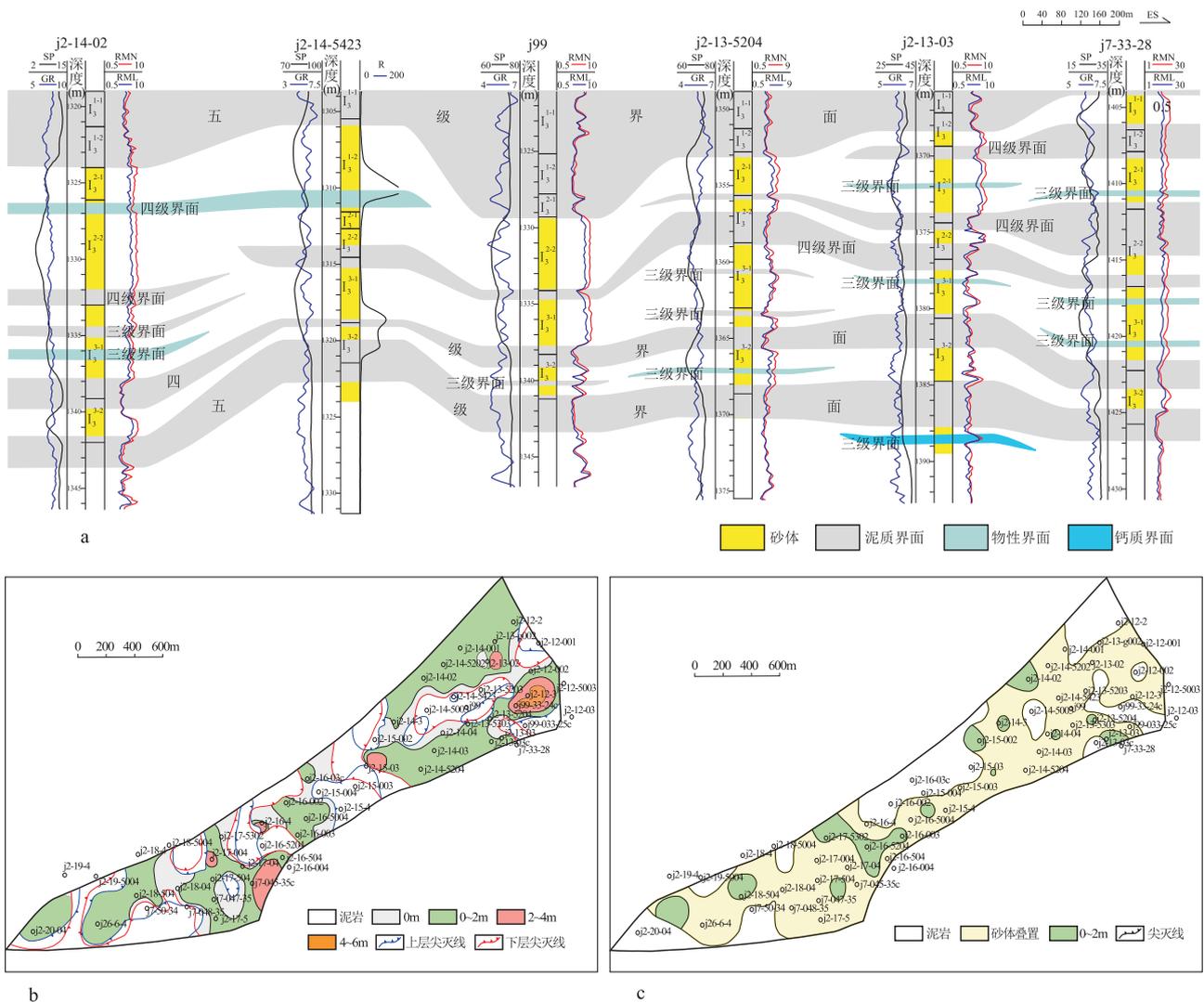


图 5 锦 99 块层次界面分布

a. j2-14-02 - j7-33-28 杜家台层 I_3 砂层组层次界面剖面图; b. 锦 99 块杜家台层 I_3^2 内部四级层次界面厚度等值图; c. 锦 99 块杜家台层 I_3^3 内部三级层次界面厚度等值图

Fig. 5 Distribution of the architectural boundary within the quadrant Jin-99 of the Liaohe Oil Field

层次界面特征,界面类型可划分为泥质界面、物性界面和钙质界面^[15-19]。采用岩心标定测井,建立了研究区不同类型界面的测井识别模式。

4.2.1 泥质界面

在研究区中出现的频率最高,岩性主要为泥岩、粉砂质泥岩等,泥质含量高,孔隙度、渗透率很低。测井曲线响应为泥岩特征,自然电位靠近基线,微电极幅度明显下降,幅度差很小或几乎为零,声波时差大,在 $320\mu\text{s}/\text{m}$ 以上;井径曲线有小幅度扩径,表现为稳定缩径砂岩中出现小幅度扩径泥岩。其成因与水动力变化有关,由于水动力减弱,细的悬移物质沉积而形成^[15]。

4.2.2 物性界面

一般为储层中物性或含油性较差的薄层,目的层中主要为水下分流河道底部的砂砾岩和砂岩中沉积间歇面。岩性以砂砾岩、油斑细砂岩、粉砂岩为主。在测井曲线上表现为微电极曲线介于泥质层和钙质层之间,有一定的幅度差,自然电位幅度低。其形成与当时的沉积环境和沉积作用有关。

4.2.3 钙质界面

在研究区出现较少,岩性主要为灰白色钙质胶结粉砂岩、粉-细砂岩、细砂岩等,岩性致密,物性差,密度大。在测井曲线上表现为微电极比值超过邻层的1.2倍以上,呈尖峰状。由于孔隙被钙质胶结,声波时差呈减小趋势,井径曲线与上下围岩一致或稍有微扩径。

5 层次界面分布

研究区四级层次界面较为发育,类型以泥质界面为主,物性界面次之。在剖面上具有横向延续较稳定或略呈渐变的特点(图5a);在平面上呈连续成片分布(图5b)。三级界面以泥质界面和物性界面为主,平面上发育差,呈零星分布,厚度在2m以下(图5c)。剖面上界面不连续,井间不可追踪。因此,根据界面在平面和纵向上的分布特征,可以将研究区界面分布模式划分为两种类型:较稳定分布的界面和随机型分布的界面。

5.1 较稳定分布的界面

形成于短暂的洪水间歇期,岩性是以泥岩、粉砂质泥岩、泥质粉砂岩为主的泥质层、物性层,分布稳定。一般为四级界面,该类界面平均厚度为1.5m,厚度较稳定。纵向上,界面分布于两期河道沉积单元间,即韵律层间;横向上,界面展布相对较稳定,延伸长度一般大于500m;平面上呈片状或不

规则状,由于河道冲刷下切作用而出现“天窗”。

5.2 随机型分布的界面

一般为三级界面,该类界面厚度薄,平均厚度为1.0m,厚度在横向上变化不稳定,时厚时薄,反应该部位沉积环境沉积能量频繁变化。纵向上,泥粉质界面主要分布在河道砂体的顶部或河道砂体内正韵律顶部;界面横向延伸长度为50~200m;平面上,界面呈孤立的土豆状分布。

6 结论

(1)辽河油田锦99块沙四上亚段杜家台油层 I_3 、 II_1 砂层组是由扇三角洲前缘水下分流河道和河道砂坝构成的沉积体,主要由11种岩相组成,形成4种岩相组合,不同岩相其沉积特征和空间分布特征明显不同。

(2)在杜家台油层内部存在5种沉积层次界面,分别对应不同的基准面旋回变化,不同级次的层次界面控制不同的沉积作用和沉积规模。层次界面以四级界面和三级界面为主,界面类型包括泥质界面、物性界面和钙质界面。研究区发育以四级层次界面为主的较稳定分布界面和以三级界面为主的随机型分布界面。

参考文献:

- [1] 于兴河,张道建,郜建军,雷明,吴乃苓,孟卫工,孙洪斌. 辽河油田东、西部凹陷深层沙河街组沉积相模式[J]. 古地理学报,1999,1:40-49.
- [2] 于兴河,马兴祥,穆龙新,贾爱林. 辫状河储层地质模式及层次界面分析[M]. 北京:石油工业出版社,2004.
- [3] 穆龙新,贾爱林. 扇三角洲沉积储层模式及预测方法研究[M]. 北京:石油工业出版社,2003.
- [4] 李云海,吴胜和,李艳平,等. 三角洲前缘河口坝储层构型界面层次表征[J]. 石油天然气学报,2007,29(6):49-55.
- [5] 杜海峰,于兴河. 松辽盆地高台子地区扶杨油层组岩心岩相及构形要素分析[J]. 岩性油气藏,2007,19(2):35-40.
- [6] 王振奇,何贞铭,张昌民,等. 三角洲前缘露头储层层次分析——以鄂尔多斯盆地东缘潭家河剖面为例[J]. 江汉石油学院学报,2004,26(3):32-35.
- [7] 何文祥,吴胜和,唐义疆,等. 河口坝砂体构型精细解剖[J]. 石油勘探与开发,2005,32(5):42-47.
- [8] 贾莉红,李勇,丘东洲,等. 黄骅拗陷孔南地区孔三段层序界面的识别及体系域划分[J]. 沉积与特提斯地质,2011,31(1):35-42.
- [9] 邓宏文,郭建宇,王瑞菊,等. 陆相断陷盆地的构造层序地层分析[J]. 地学前缘,2008,15(2):1-7.
- [10] 刘丽,张廷山,赵晓明,等. 扇三角洲沉积高分辨率层序对比及其对油藏开发的指导意义:以柳北油田IV-2砂组为例[J].

- 中南大学学报(自然科学版),2014,07:2278-2288.
- [11] 彭军,郑荣才,陈景山,等. 百色盆地那读组短期基准面旋回层序分析[J]. 沉积学报,2002,20:203-209.
- [12] 孙雨,马世忠,闫百泉,赵慧,于利民,丛琳. 浅水湖盆河控三角洲短期基准面旋回结构样式与沉积演化:以松辽盆地扶新隆起带南部扶余油层为例[J]. 中南大学学报(自然科学版),2013,8:3405-3414.
- [13] MIALL A D. Architectural elements and bounding surfaces in fluvial deposits: Anatomy of the Kayenta Formation (Lower Jurassic), Southwest Colorado [J]. *Sedimentary Geology*, 1988, 155:233-262.
- [14] PRANTER M J, VARGAS M F, DAVIS T L. Characterization and 3D reservoir- modelling of fluvial sandstones of the Williams Fork Formation, Rulison Field, Piceance Basin, Colorado, USA [J]. *Journal of Geophysics & Engineering*, 2008, 5(2):158-172.
- [15] 郑荣才,周祺,王华,等. 鄂尔多斯盆地长北气田山西组2段高分辨率层序构型与砂体预测[J]. 高校地质学报,2009,15(1):69-79.
- [16] 王改云,杨少春,廖飞燕,等. 辫状河储层中隔夹层的层次结构分析[J]. 天然气地球科学,2009,3:378-383.
- [17] 焦翠华,徐怀民,王海更,等. 测井资料在储集层构型界面识别中的应用—以哈德4油田东河砂岩为例[J]. 新疆石油地质,2008,29(3):361-364.
- [18] 程皇辉,侯国栋,龚飞. 扇三角洲前缘砾岩储层隔夹层成因及识别方法[J]. 新疆地质,2013,3:269-273.
- [19] 宋璠,苏妮娜. 辽河油田锦99块扇三角洲前缘储层隔夹层成因与分布[J]. 沉积与特提斯地质,2014,34(2):65-71.

Architectural boundaries of the fan delta front reservoirs in the quadrant Jin-99 of the Liaohe Oil Field, Liaoning

LAN Zhi-qin¹, YANG Shao-chun², WANG Yan³

(1. *Research Institute of Planning and Exploration, Shandong Bureau of Coal Geology, Tai'an 271000, Shandong, China*; 2. *School of Geosciences, China University of Petroleum, Qingdao 266580, Shandong, China*; 3. *Postdoctoral Research Station, Shengli Oil Field Company, SINOPEC, Dongying 257000, Shandong, China*)

Abstract: The Dujiatai oil reservoirs in the upper submember of the 4th member of the Shahejie Formation in the quadrant Jin-99 of the Liaohe Oil Field, Liaoning represent the representative fan delta front deposits, which are made up of the subaqueous distributary channel and channel bar deposits. According to core examination and well logs, 11 lithofacies types and 4 lithofacies associations are discriminated. Furthermore, in the light of high-frequency flooding surface, scour surface, sharp graded facies and lithofacies boundary, 6 short-term and 15 ultrashort-term cycles are recognized for the I₃ and II₁ sandstone measures in the upper submember of the 4th member of the Shahejie Formation. Five-order architectural boundary systems are established for the fan delta front deposits within the isochronous stratigraphic framework, and two types of architectural boundary models are constructed. The results of research in this study may provide the basis for the establishment of the three-dimensional architectural models in the study area.

Key words: quadrant Jin-99; upper submember of the 4th member of the Shahejie Formation; fan delta front; lithofacies; architectural boundary