

文章编号: 1000-0550(2013)01-0067-10

# 松辽盆地东南缘层序地层与沉积体系配置及演化<sup>①</sup> ——以梨树断陷西北部营城组地层为例

单敬福<sup>1,2</sup> 葛黛薇<sup>2</sup> 乐江华<sup>3</sup> 陈欣欣<sup>2</sup> 冯广业<sup>4</sup> 刘燕<sup>4</sup> 王霁霞<sup>4</sup> 李名<sup>4</sup>

(1. 长江大学油气资源与勘探技术教育部重点实验室 武汉 430100; 2. 长江大学地球科学学院 武汉 430100

3. 新疆克拉玛依新疆油田公司实验检测研究院环境检测(水质)中心 新疆克拉玛依 834000;

4. 中国石油华北油田公司地球物理勘探研究院 河北任丘 062552)

**摘要** 利用地质和地球物理资料对梨树断陷西北部营城组地层的层序界面进行识别,识别结果表明,营城组地层可划分为2个三级层序,由下至上分别是SQ5和SQ6,对应的3个层序界面分别是SB5、SB6和SB7。各三级层序可进一步细分为低位体系域、湖侵体系域和高位体系域。低位体系域主要由进积准层序组构成,湖侵体系域主要由退积准层序组构成,而高位体系域则以进积或加积式准层序组为主。沉积类型主要有近岸水下扇、扇三角洲、辫状河三角洲和湖泊总计4种相类型,其中辫状河三角洲和湖泊是研究区内最发育的相类型。近岸水下扇和扇三角洲沉积体系在各层序的凹陷边界断层下降盘发育,受构造运动控制明显,常发育在断陷湖盆的陡带;辫状河三角洲沉积体系往往与充沛的长轴物源相配置,常发育在断陷湖盆的缓坡带,指出这种构造与沉积体系的空间配置关系及其演化常受古构造与古地貌的控制。最后指出最有利的储集区位于梨树断陷西北部斜坡带。

**关键词** 梨树断陷西北部 早白垩世 营城组 沉积相

**第一作者简介** 单敬福 男 1977年出生 副教授 沉积学储层 E-mail: shanjingfu2003@163.com

**中图分类号** P539.2 **文献标志码** A

## 0 引言

松辽盆地是我国七大含油气盆地之一,位于我国东北部,属大型中、新生代陆相沉积盆地,其油气产量长期居国内含油气盆地首位。经过50多年的勘探研究发现,松辽盆地深部有40多个小型断陷<sup>[1]</sup>。依据钻井和地震资料揭示,盆地内中、新生代沉积地层总厚度超过了15 000 m,包括侏罗系火石岭组、白垩系沙河子组、营城组、登娄库组、泉头组、青山口组、姚家组、嫩江组、四方台组、明水组,古近系伊安组、大安组、泰康组和第四系,这样形成了8个超层序<sup>[2]</sup>。按照湖盆形成的构造机制和地层界面接触关系,可将松辽盆地从下至上分为2个演化阶段,即早期裂陷作用阶段和晚期拗陷作用阶段,对应的层序下部为断陷构造层序,上部为拗陷构造层序<sup>[1]</sup>。沉积构造演化与松辽盆地一起经历了断陷初始期(火石岭组)、强烈断陷期(沙河子组、营一段)、断陷高峰晚期(营二、三、四段)、断拗转换期(登娄库组)和拗陷期(泉头组—嫩江组)5个演化阶段<sup>[3,4]</sup>。梨树断陷西北部是油气最为有潜力的含油气富集区。本区块沙河子组

二段和营一段沉积期是伸展断陷阶段的强烈断陷期,沉降快、水体深,为重力流沉积的发育提供了先决条件,尤其在辫状河三角洲前缘临近深水区,易广泛发育浊积砂体,浊积砂体镶嵌在巨厚的暗色泥岩中,为岩性油气藏的形成创造了得天独厚的条件<sup>[5]</sup>。随着勘探工作的逐渐深入和地质理论不断发展,油气勘探工作逐渐由中东部的中央构造带向西部深陷带尤其向西北部扩展,并初步取得了可喜的勘探成果。研究区位于梨树断陷北部斜坡区和南部深陷区的过渡地带,又由于同期形成的叠加构造背景,是寻找构造油气藏和构造—岩性复合型油气藏的有利地区。但关于西北部营城组沉积类型、沉积相展布与演化、储层特征等方面研究尚欠深入<sup>[6]</sup>,因此有必要对西北部沉积特征进行详细研究。

## 1 地质概况

研究区位于松辽盆地南部东南隆起区梨树断陷西北部,构造区划上位于桑树台深凹带北部西丁家窝堡,跨北部斜坡带皮家地区,桑树台大断裂穿过工区,面积达到了230 km<sup>2</sup>。其构造背景、形成演化及构造

<sup>①</sup>国家重大专项(编号:ZX05009)项目资助。

收稿日期:2012-01-20;收修改稿日期:2012-04-21

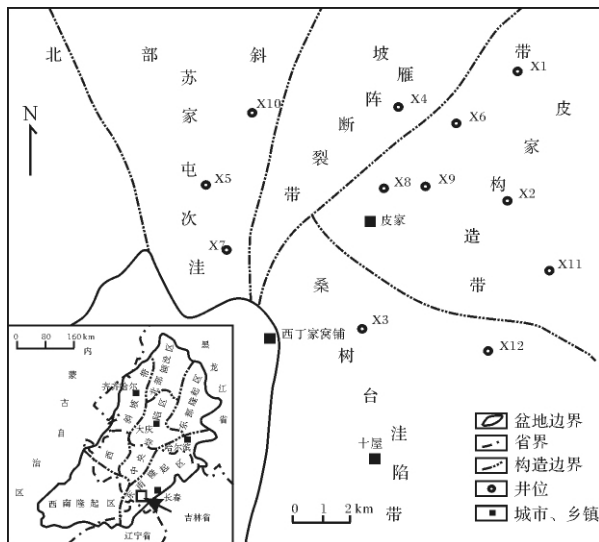


图1 研究区地理位置和构造区划图

Fig. 1 Geographic location and tectonic zoning map in the study area

特征受松辽盆地整体构造作用及应力场的控制<sup>[6]</sup>。西北部整体构造格局表现为2正对2负的构造格局,2正分别为沈洋带凸起和皮家正向构造带,2负分别为桑树台洼陷和苏家屯次洼(图1)。研究区属于梨树断陷构造分区的一部分,是发育在晚古生代变质基底之上的晚侏罗至中白垩世形成的断—坳叠置型盆地。盆地早期(晚侏罗至早白垩世早期)沉积范围广、大地构造背景多元化、太平洋板块北移与欧亚板块聚合产生强度大水平应力的时期,断裂极为发育和火山活动频繁。梨树断陷是在桑树台大断裂、老公林子—双龙扭断裂及秦家屯断陷以及北部杨大城子古隆起制约下形成的西深东浅的多箕状断陷盆地<sup>[7,8]</sup>。

营城组属于断陷湖盆沉积地层,分布受断陷盆地限制,西部以桑树台断裂为界,在北部向杨大城子凸起方向被剥蚀,向东、南部为超覆沉积,岩性为湖相灰黑、黑色泥岩(少量红褐色泥岩)与灰白、灰白色粉、细、中砂岩、砂砾岩互层,与下伏沙河子组整合接触,与基底、火石岭组角度不整合接触,上覆登娄库组假整合、角度不整合接触,泉头组呈角度不整合接触。营城组内部由下至上岩性逐渐由细变粗,为一典型反旋回沉积(图2)。地层累计厚度存在很大的差异,营四段最薄,尤其在皮家构造带上更为明显,且在每个油组单元内部,不同区块和不同构造单元内,厚度也存在很大的差异,平面上地层分布是不均衡的。

## 2 层序界面特征和层序格架

层序地层格架的建立是所有后续地质工作的基

础,只有在等时单元内进行石油地质分析才有意义,地层等时对比实质上是对构造运动特征及不整合面级别的识别与划分<sup>[9]</sup>。不同级别层序地层界面的识别是进行层序划分及建立层序地层格架的基础。层序界面的识别标志很多,但是这些识别标志中最可靠最易操作的识别标志是岩芯相标志、测井相标志、沉积旋回特征及地震反射轴终止现象,另外其它地化和实验测试资料也可以作为层序界面的辅助识别标志。根据本研究区的资料特点,充分利用岩芯、测井、地震等资料,进行层序界面的识别划分,最终将营城组划分为2个三级层序,由下至上分别对应SQ5、SQ6层序,每个三级层序单元内部进一步识别划分为低位、湖侵和高位体系域(图3)。

### 2.1 层序界面特征

三级层序界面的形成和分布受控于构造运动的期次和幕式旋回,在某种程度上存在同步性。实质上,层序界面的形成不仅仅与构造有关,而且还与沉积物的供给、湖平面变化、气候因素等因素有关<sup>[1]</sup>。梨树断陷西北部营城组划分为两个三级层序,对应3个界面,由下至上分别对应SB5、SB6和SB7(图3)。

从地震剖面上看,SB5界面之下地层只是在盆地边部削截明显,为高角度不整合面,该界面之上地层上超特征明显;SB6在大部分区域为连续同相轴,在沉积中心为空白反射,在中央隆起带的局部有削截现象;SB7为一区域不整合面,也是登娄库组与营城组两套地层单元分界面,界面之上在盆缘可见上超,盆内可见下超,局部见不整合。

### 2.2 体系域界面特征

体系域的识别是三级层序内部的进一步细分,是经典层序地层学这套理论中较为重要的概念,其在某种程度上体现了沉积地质体的时空四维性,这三种体系域的形成与分布主要受湖平面升降的控制,当然还要受到构造、沉积物供给、古地貌、古气候等地质因素的控制。体系域的识别主要依据坡折带和地层堆积样式的差异,另外,在地震剖面上,体系域的识别主要还根据地震反射同相轴与湖盆坡折之间的关系确定的。体系域的识别,关键是其界面的识别,除了三级层序的顶底界面外,内部还涉及到两个关键界面,分别是初始湖泛面(Ffs)和最大湖泛面(Mfs),其中初始湖泛面主要依据构造坡折或沉积坡折来确定,依据视顶超与下超点确定最大湖泛面。初次湖泛面是I型层序内部初次跨越盆地坡折的湖泛面,即对应于首次越过坡折带的第一个上超点所对应的界面。最大湖

泛面是一个层序中最大湖侵时形成的界面,是退积准层序组转变为进积准层序组的界面,常常被上覆高位域下超(图3)。在钻井剖面上,体系域的划分主要是根据准层序的叠加样式来进行的。低位体系域主要以进积式或退积式准层序组为主,湖侵体系域以退积式准层序组为主,高位体系域多以进积或加积式准层序组为主。根据准层序叠加样式的纵向变化可以识别

首次湖泛面和最大湖泛面,进而识别出沉积体系域(参见图3中X8井SQ5(营一段和营二段))沉积特征。

### 2.3 层序地层格架

通过对以上各级次层序界面的识别,综合考虑树断陷西北部构造演化特征、湖平面的升降等,将研究区目的层早白垩世早期营城组地层划分为2个三级层序和3个体系域(图3)。

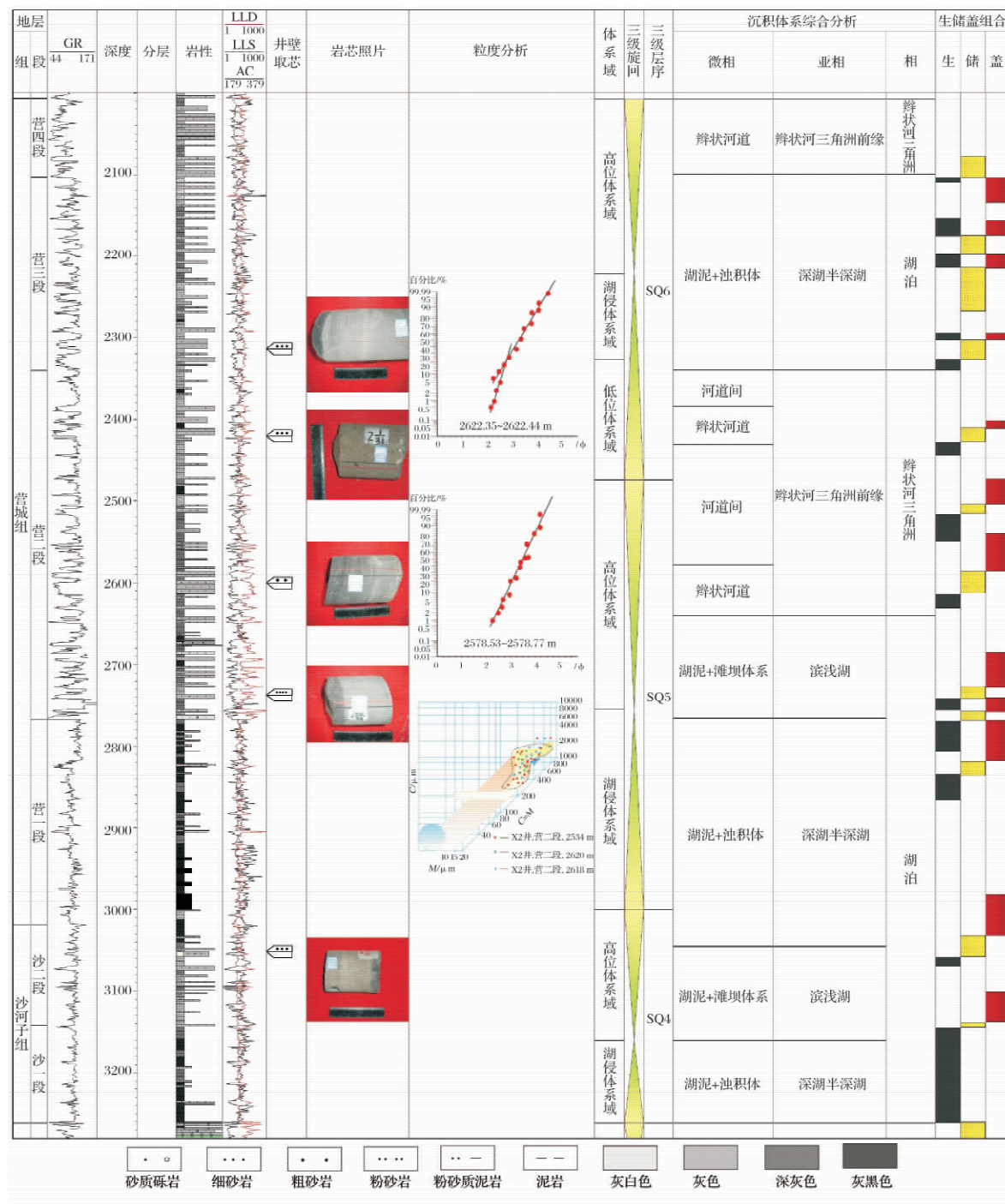


图2 X2井单井综合柱状图

Fig.2 Comprehensive column of X2 Well

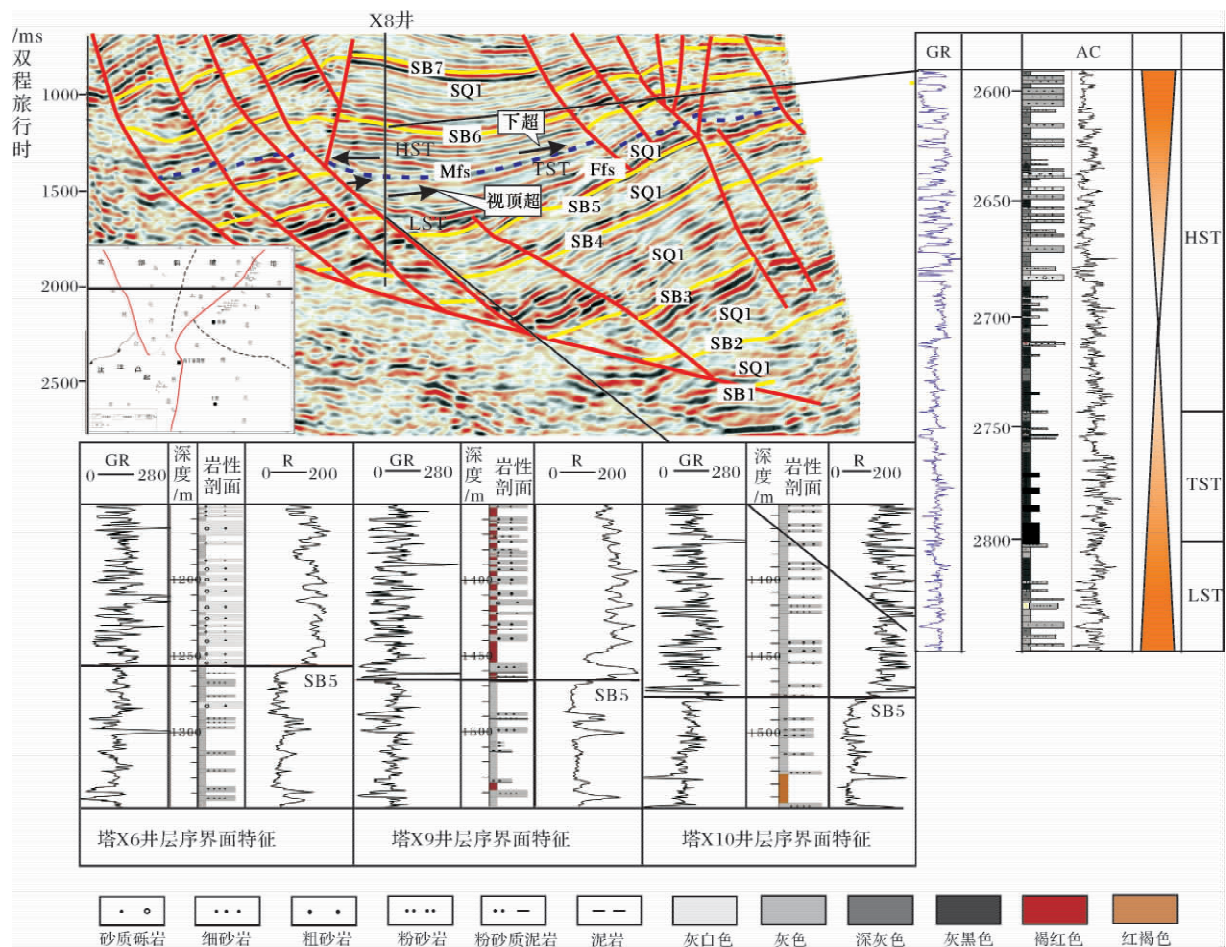


图 3 梨树断陷西北部层序及体系域界面特征

Fig. 3 Characteristics of sequence boundaries and system tracks in the northwest Lishu fault depression

3 沉积相类型

通过对梨树断陷西北部多口井岩芯观察描述、粒

度分析及控制沉积环境的沉积构造背景等方面的分析和描述,把西丁家地区早白垩世营城组划分了 4 个大相、11 个亚相和近 30 个微相(表 1)。

表 1 松辽盆地东南缘沉积体系划分

Table 1 Classification of sedimentary system

相	亚相	微相	分布的层序(层位)
近岸水下扇	扇根	主沟道、沟道侧翼	SQ1 + SQ2(火石岭组);
	扇中	辫状沟道、沟道间	SQ3 + SQ4(沙河子组);
	扇端	沟道末梢	SQ5(营城组下部)
扇三角洲	扇三角洲平原	分流河道、分流河道间	SQ1 + SQ2(火石岭组);
	内前缘	水下分流河道、水下分流河道间、河口坝	SQ3 + SQ4(沙河子组);
	扇三角洲前缘	席状砂、湖泥	SQ5(营城组下部)
辫状河三角洲	前扇三角洲	湖泥	
	辫状河三角洲平原	辫状河道、河道间、溢岸	
	辫状河三角洲前缘	辫状河道、河道间、河口坝、湖泥、席状砂、湖泥	SQ6(营城组上部)
湖泊	前三角洲	湖泥	
	滨浅湖	滩、坝、湖泥	SQ1 + SQ2(火石岭组);
	深湖、半深湖	湖泥、浊积体	SQ3 + SQ4(沙河子组);
			SQ5 + SQ6(营城组下部)



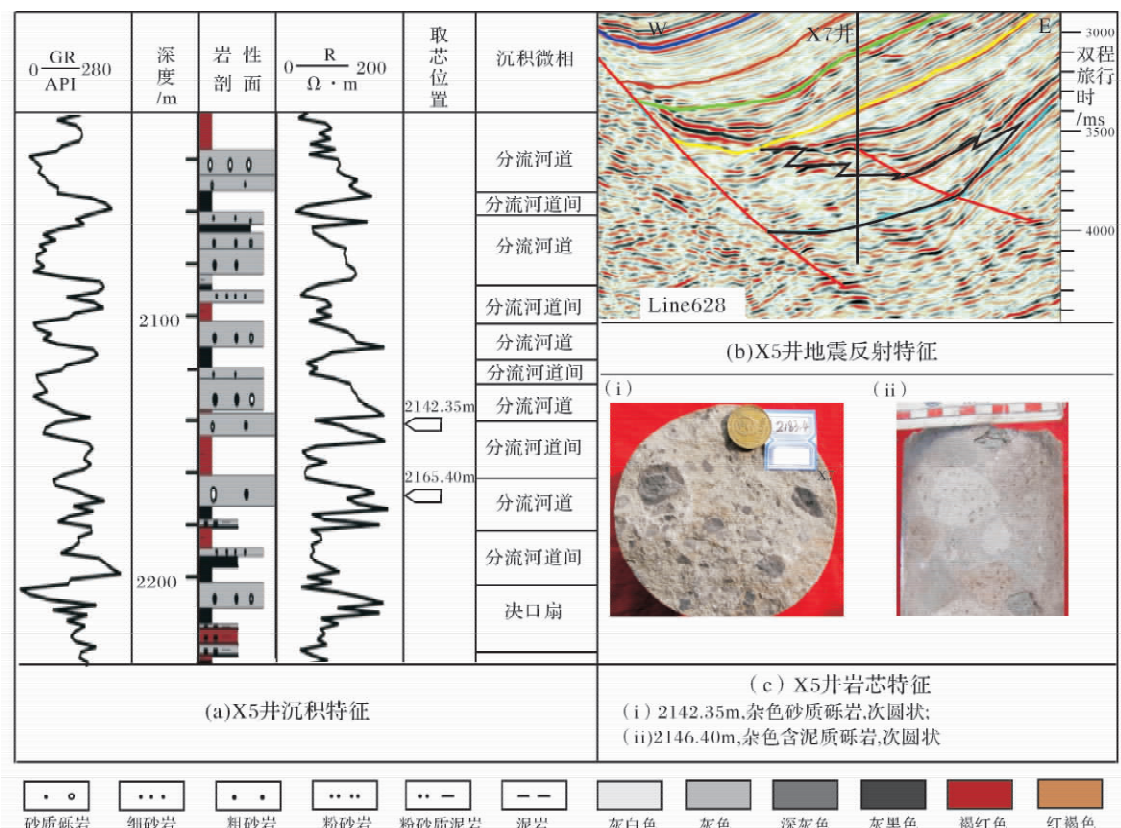


图4 梨树断陷扇三角洲识别标志

Fig. 4 The identification mark of fan delta plain in the northwest Lishu fault depression

梨树断陷下白垩统沉积充填演化经历了早期断陷初始期、中期强烈断陷期和晚期断拗转换期。而本文所研究的目的层正是处在中期强烈断陷期。依据岩芯和测井资料,结合地震反射特征、区域构造演化和其它辅助资料,确定梨树断陷西北部营城组发育的沉积体系类型有:近岸水下扇、扇三角洲、辫状河三角洲和湖泊4种相类型,其中扇三角洲和辫状河三角洲是本区最为主要的相类型和储集层<sup>[10]</sup>。

### 3.1 扇三角洲

扇三角洲是指从邻近山区直接推进到稳定水体中的扇体,往往发育在凹陷边缘同沉积大断裂附近。国内外许多学者认为,扇三角洲沉积属于陡地形、近物源背景下快速沉积的粗碎屑岩<sup>[11]</sup>。梨树断陷西北部扇三角洲可划分为扇三角洲平原亚相和扇三角洲前缘亚相。在地震剖面上顺水流方向表现为同相轴呈楔形向湖盆收敛,垂直水流方向呈丘形。电测曲线表现为齿化箱形和齿状钟形,扇三角洲岩性主要以砂砾岩为主,粒度较粗,分选较差。扇三角洲在研究区陡坡带营城组低位和高位体系域尤其发育。

#### 1) 扇三角洲平原亚相

扇三角洲平原亚相是湖平面以上部分,常发育在湖泊萎缩期,主要发育分流河道和分流河道间两种微相。分流河道主要以灰色粗砂岩和砂砾岩为主,多呈向上变细的正韵律,常发育大型板状、槽状交错层理。电测曲线常表现为大型齿化钟形或箱型。分流河道间位于分流河道之间相对低洼的地区,它是洪水期水道漫溢或决口形成的沉积,主要发育红色、绿色泥岩和灰色粉砂岩为主,具有小型层理、滑塌及变形构造,电测曲线表现为低平,起伏小,砂泥比值低,地震反射特征表现为楔形(图4)。

#### 2) 扇三角洲前缘亚相

扇三角洲前缘亚相发育水下分流河道、分流河道间、河口坝和前缘席状砂等几种微相。水下分流河道由含砾砂岩和砂岩构成,常发育小型交错层理,垂直剖面上呈透镜状。分流河道间处于分流河道两侧,由粉砂细砂和泥岩组成。河口坝砂岩分选较好,粒度中等,砂岩成熟度相对较高。席状砂岩性较细,主要以粉砂岩为主,成熟度较高。

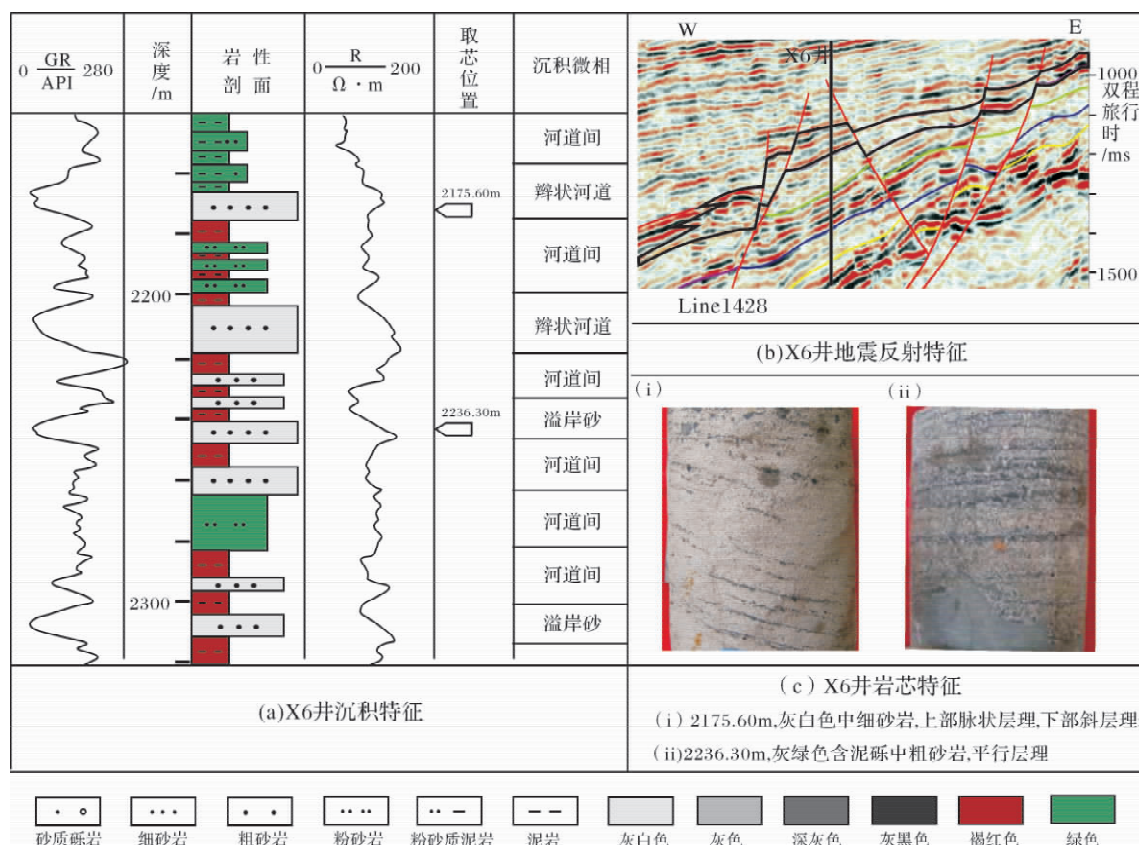


图5 梨树断陷辫状河三角洲平原识别标志

Fig. 5 The identification mark of braided delta plain in the northwest Lishu fault depression

### 3.2 辫状河三角洲

辫状河三角洲体系指由辫状河直接入湖形成的三角洲,其沉积动力机制主要为牵引流,如图2所示,粒度累积概率曲线主要为两段式,C—M图具有反映牵引流特征的N—O—P—Q—R—S段,但本次缺少R—S段,表明粒度以滚动、跳跃粗端元组分为主,与辫状河三角洲辫状河水动力强、搬运颗粒粗等特征相一致。

#### 1) 辫状河三角洲平原亚相

辫状河三角洲平原亚相包括辫状河道、辫状河道间和溢岸沉积。辫状河道沉积以河道砂坝以垂向加积和顺物源方向的前积而形成的沉积物为主,本区表现为灰色凝灰质含砾砂岩,岩性以灰色砂岩、灰白色粗砂岩和红色泥岩为主,充填物从下向上粒度明显变细。溢岸沉积是洪水期,水体漫出河道,在河道两侧形成一些积水洼地,其内部接受细粒物质沉积。辫状河三角洲平原亚相电测曲线表现为箱型、电阻率微齿化、低伽玛,齿化相对扇三角洲而言程度较轻,这可能与砂质更纯有关(图5)。

#### 2) 辫状河三角洲前缘亚相

辫状河三角洲前缘亚相主要包括辫状河道、分流河道间和河口坝3中微相。辫状流河道是平原亚相中辫状河道入湖后在水下延续部分,沉积物以灰白色凝灰质砂岩为主。分流河道间沉积岩性较细,常为深灰色泥岩。河口砂坝位于水下分流河道前缘,粒度从下向上由细变粗,自然电位曲线多呈漏斗形,伽马曲线多呈微齿化漏斗形。

### 3.3 湖泊相

在营城组下部主要发育深湖、半深湖等湖泊亚相单元,上部主要发育滨浅湖亚相。在湖泊相中,滨浅湖亚相带可以发育席状砂、滩坝砂等砂体类型。在深湖半深湖区域,可以发育浊积砂等砂体。在西丁家地区内部,断层相对发育,特别是近南北向的控陷断层,在盆地的发育过程中对整个凹陷的古地理格局产生较为明显的控制作用,如断层的不同发育阶段,在正断层的下降盘易发育深湖、半深湖亚相,主要分布在西部苏家屯次洼、南部的桑树台洼陷带;在断层的上升盘和缓坡带一侧易发育滨浅湖亚相。



## 4 沉积体系分布特征

### 4.1 沉积剖面特征

在火石岭沉积期, 桑树台洼槽已基本成型, 沈洋凸起持续提供物源, 在陡坡带形成了以近岸为特征的扇三角洲扇体堆积, 在地震剖面上可见到大型的楔状地震反射结构, 形成了大型退积为特征的层序堆积模式, 进积堆积模式可能欠发育或在后期遭受了广泛的剥蚀有关; 待到进入了沙河子沉积期, 湖盆的持续沉降, 使得可容纳空间增长速率远远大于沉积物供给速率, 造成了饥饿式沉积层序, 湖盆内部沉积了巨厚的泥岩, 在深湖半深湖区, 还大量发育重力流成因的浊积砂体, 这类砂体将是未来油气勘探的主要方向; 营城组沉积期, 特别是营一段继承了沙河子组二段深水沉积环境, 周围缺乏物源供给, 构造活动量大, 湖水很深, 横向上与纵向上广泛分布泥岩, 缺乏扇体沉积, 只在洼槽沉积中心区域有重力流成因的浊积砂体展布; 到了营二、营三和营四段, 除了洼槽带继承了营一段沉积特点外, 在北部斜坡带开始发育大型轴向物源——大型辫状河三角洲成因砂体堆积, 整体表现为加积沉积特点, 说明沉积区物源供给速率和构造活动也趋于稳定, 表现为断陷期向坳陷期转换的特点(图6)。

### 4.2 沉积相平面展布特征

根据单井沉积相, 连井沉积相分析等综合分析研究, 进行沉积相平面展布特征的分析, 在进行平面相分析之前, 所有钻井的单井层序及沉积相的分析为层序格架内沉积相的研究提供了较为精确的

“点”信息, 再结合层序格架内的构造及古地貌分析, 可以较为客观的描述地层单元内的“优势沉积相”空间展布特征(图7a、b、c、d)。

营城组沉积期与沙河子组沉积期不同, 沙河子属于“窄盆深水”类型, 营城组属于“广盆浅水”类型, 这主要受控于两组地层所处的构造阶段不同, 前者属断陷高峰期, 快速的构造沉降, 造成了局部的高可容纳空间, 因此深水是必然的; 后者由于整体断陷高峰晚期并向断拗转换期演变, 因此构造作用减弱, 在北部斜坡构造古地貌背景下, 具有长轴物源为特征的辫状河三角洲前缘砂体在本研究区广泛发育, 形成了巨厚前积至加积为特征的砂体堆积<sup>[12]</sup>。

整个营城组沉积演化实际上是有一定的继承性和过渡性的, 其中在 SQ5LST + TST(营一段) 沉积期, 湖盆沉降速率加快, 深水区范围进一步扩大, 物源供给更加贫乏, 只在陡坡带形成了规模很小扇体堆积, 严格意义上讲已属于近岸滚石堆沉积体范畴, 北部斜坡带的辫状河三角洲扇体由于湖侵, 扇体持续后撤形成退积层序(图7a); SQ5HST(营二段) 沉积期, 桑树台控盆大断裂北段和皮家断裂活动强度逐渐减弱, 而桑树台大断裂南部活动强度依然较强, 造成沉积中心持续向南偏移, 加之该时期物源供给异常充分, 来自北部杨大城子凸起带上的辫状河三角洲长轴物源持续南进, 形成了规模较大, 基本上覆盖了工区北部的扇体。皮家大断裂虽然没有了前期那么活跃, 但局部的构造活动对砂体分散体系起到了再分配再沉积作用(图7b); 在 SQ6LST + TST(营三段) 沉积期, 北部扇体规模有所萎缩, 物源个数化整为零, 由原来的单

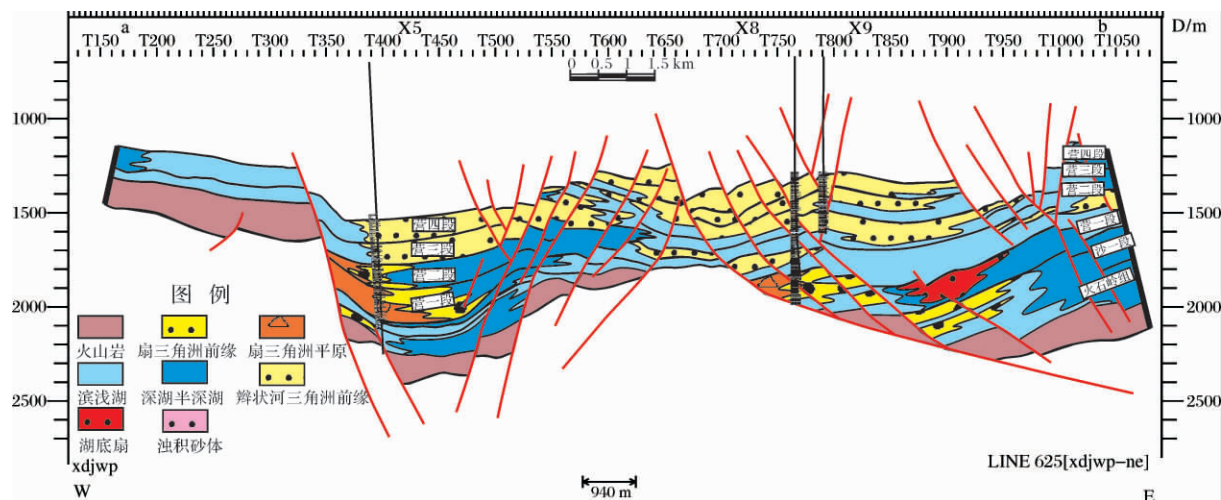


图6 沉积剖面特征

Fig. 6 Characteristics of depositional section

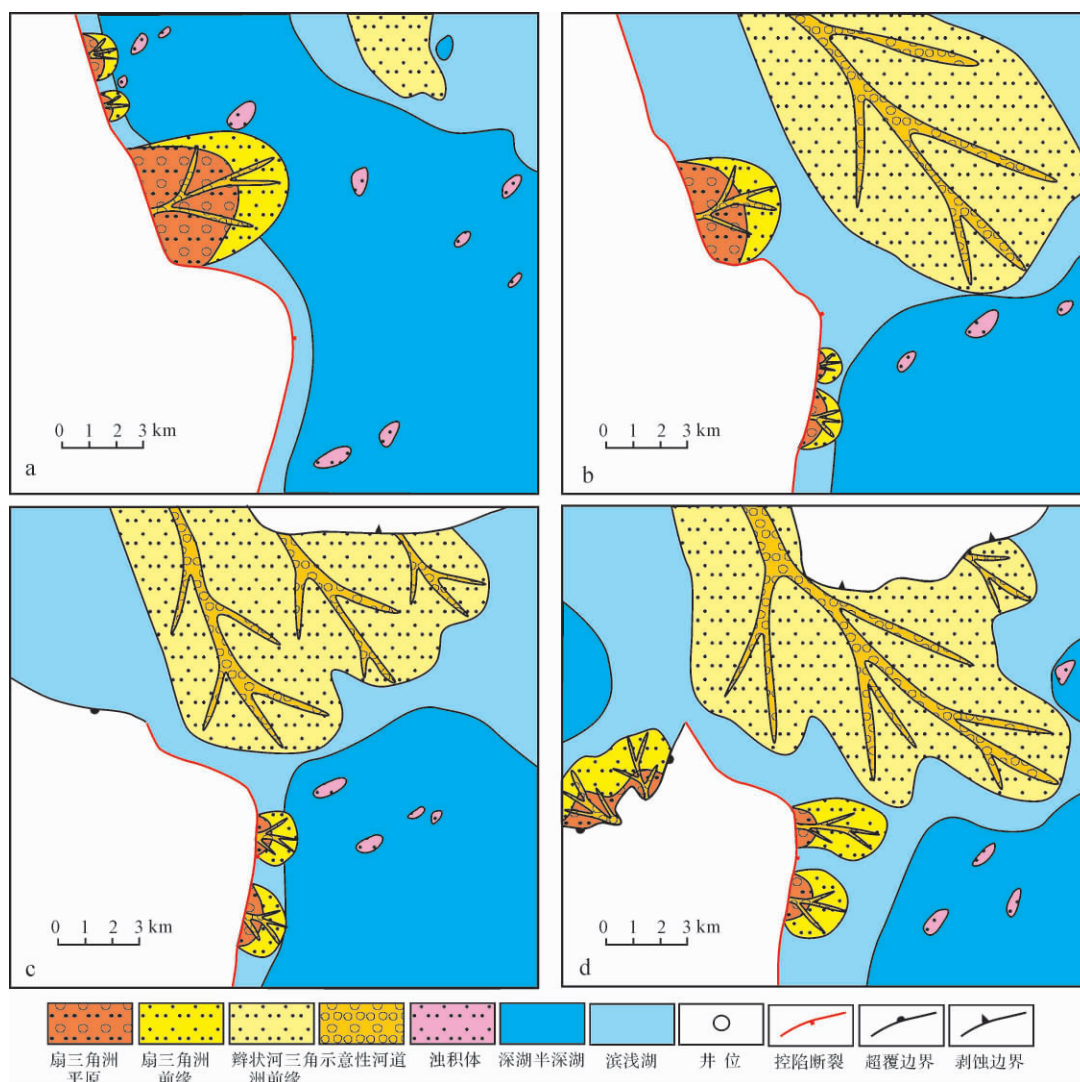


图 7 梨树断陷西北部 SQ5

( a: SQ5LST + TST ,营一段; b: SQ5HST 营二段) 和 SQ6; c: SQ6LST + TST ,营三段; d: SQ6HST ,营四段)

Fig. 7 Sedimentary facies maps of SQ5 and SQ6 sequence in Lishu depression

一扇体转变为多个供水体所控制的多个扇体裙,说明沉积中心再次得到了调整。物源后撤伴随着沉积中心的向北迁移,沉积中心的频繁迁移造成了早期扇体前缘的沉积物的再分配,形成了一定规模的浊积砂体群(图 7c);而 SQ6HST(营四段)则因强烈进积作用,使得扇体向湖中心推进,边界断层活动已非常微弱甚至局部停止了活动,在这样一个背景下,形成了整个演化期最大的辫状河三角洲扇体,扇体几乎延伸到了桑树台洼陷的南端(图 7d)。由于强烈的进积造成沉积中心持续南撤,并在本研究区局部见到了一定规模的浊积砂体群,并最终建立了营城组三维空间沉积相模式。

北部斜坡带辫状河三角洲成因砂体规模大,横向

连片展布,上部被登娄库组河流相的洪泛泥岩遮挡,可充当区域盖层,下部有营一段和沙河子组二段的暗色泥岩作为烃源岩,形成了很好的下生中上盖式成藏组合,因此,北部斜坡带是下一步较为有利和重点勘探的潜在目标。

## 5 结论

(1) 西北部营城组主要发育扇三角洲、辫状河三角洲、湖底扇和湖相 4 类沉积相,其中辫状河三角洲和湖泊相是研究区内最为发育的类型。辫状河三角洲可以划分为辫状河三角洲平原、辫状河三角洲前缘、前辫状河三角洲总共 3 个亚相单元;辫状河三角洲前缘是本区内最为发育的亚相单元,可进一步划分为水



下分流河道、水下分流河道间两种微相类型。

(2) 营城组沉积时期, 湖盆为“广盆浅水”类型, 西北部营城组断陷高峰晚期湖盆沉积特征主要表现为长轴物源为特征的辫状河三角洲沉积, 垂向上由下至上地层叠加样式表现为进积向加积演变。最终指出北部斜坡带是下一步较为有利和重点勘探的潜在目标。

### 参考文献(References)

- 1 解习农. 松辽盆地梨树凹陷深部断陷沉积体系及层序地层特征[J]. 石油实验地质, 1994, 16(02): 144-151 [Xie Xinong. The characters of the depositional systems and sequence stratigraphy of the deep faultdown depression in the Lishu depression of the Songliao basin[J]. Experimental Petroleum Geology, 1994, 16(02): 144-151]
- 2 陈建文. 一个大型弧后裂谷盆地的沉积充填模式——以松辽盆地为例[J]. 石油实验地质, 2000, 22(01): 50-54 [Chen Jianwen. Depositional filling pattern of a large back-arc rift basin: a case study of the Songliao basin[J]. Experimental Petroleum Geology, 2000, 22(01): 50-54]
- 3 郭峰, 陈世悦, 胡光明, 等. 松辽盆地北部下白垩统地震相及沉积相分析[J]. 大庆石油地质与开发, 2005, 24(06): 20-23 [Guo Feng, Chen Shiyue, Hu Guangming, et al. Seismic facies and sedimentary facies of lower Cretaceous in northern Songliao basin[J]. Petroleum Geology & Oilfield Development in Daqing, 2005, 24(06): 20-23]
- 4 唐黎明. 松辽盆地十屋断陷沉积特征与油气前景[J]. 吉林大学学报: 地球科学版, 2002, 32(04): 345-348 [Tang Liming. The sedimentary characteristics and hydrocarbon potential of Shiwu fault basin in Songliao basin[J]. Journal of Changchun University of Science and Technology, 2002, 32(04): 345-348]
- 5 单敬福, 王峰, 孙海雷, 等. 同沉积构造组合模式下的沉积层序特征及其演化[J]. 地质论评, 2010, 56(3): 426-439 [Shan Jingfu, Wang Feng, Sun Hailei, et al. Depositional tectonic sequences evolution of sedimentary system by syngensis fracture integrated mode: An example from tabel depression in Monglia[J]. Geological Review, 2010, 56(3): 426-439]
- 6 王果寿. 松辽盆地十屋—德惠地区沉积体系特征[J]. 石油与天然气地质, 2001, 22(04): 331-336 [Wang Guoshou. Characteristics of sedimentary systems in Shiwu-Dehui region, Songliao basin[J]. Oil & Gas Geology, 2001, 22(04): 331-336]
- 7 罗佳强, 任延广, 吴朝东, 等. 松辽盆地徐家围子断陷营四段沉积相研究[J]. 石油实验地质, 2010, 32(02): 140-146 [Luo Jiaqiang, Ren Yanguang, Wu Chaodong, et al. Research of sedimentary facies of forth member of Yingcheng Formation in Xujiaweizi fault depression in the Songliao basin[J]. Petroleum Geology & Experiment, 2010, 32(02): 140-146]
- 8 孙雨, 马世忠, 舒萍, 等. 松辽盆地兴城气田营四段砾岩储层粒度特征与沉积环境分析[J]. 石油天然气学报, 2010, 32(04): 171-175 [Sun Yu, Ma Shizhong, Shu Ping, et al. Analysis on grain-size characteristics and sedimentary environment of E<sub>y</sub><sup>4</sup> conglomerate reservoirs of Xingcheng gas field in Songliao basin[J]. Journal of Oil and Gas Technology, 2010, 32(04): 171-175]
- 9 王璞君, 杜小弟, 王东坡. 松辽盆地白垩系测井—沉积相类型与特征[J]. 长春地质学院学报, 1992, 22(02): 169-172 [Wang Pujun, Du Xiaodi, Wang Dongpo. Categories and characteristics of Songliao basin Cretaceous logging-sedimentary facies[J]. Journal of Changchun University of Earth Sciences, 1992, 22(02): 169-172]
- 10 陈新军, 陈萍莉. 松辽盆地十屋断陷沉积体系空间展布及演化规律研究[J]. 天然气地球科学, 2010, 21(03): 470-475 [Chen Xinjun, Chen Pingli. Spatial distribution of depositional system and evolution in Shiwu rift subsidence of Songliao basin[J]. Natural Gas Geoscience, 2010, 21(03): 470-475]
- 11 程日辉, 朱德丰, 王洪艳, 等. 松辽盆地林甸断陷白垩纪沙河子期盆地次级构造单元与沉积体系[J]. 吉林大学学报: 地球科学版, 2006, 36(05): 793-798 [Chen Rihui, Zhu Defeng, Wang Hongyan, et al. Structural sub-division and depositional systems of Lindian fault depression in the north Songliao basin during shahezi stage of early Cretaceous[J]. Journal of Changchun University of Science and Technology, 2006, 36(05): 793-798]
- 12 田春志, 辛仁臣, 李慧勇. 松辽盆地北部西部断陷沙河子组沉积特征[J]. 大庆石油学院学报, 2002, 26(02): 1-4 [Tian Chunzhi, Xin Renchen, Li Huiyong. Research on depositional characteristics of Shahezi Formation in western fault depression of north Songliao basin[J]. Journal of Daqing Petroleum Institute, 2002, 26(02): 1-4]

## Framework of Sequence Stratigraphy , Sedimentary System and Evolution of Southeastern Songliao Basin: An example from Yingcheng Formation in Lishu Fault Depression

SHAN Jing-fu<sup>1 2</sup> GE Dai-wei<sup>2</sup> LE Jiang-hua<sup>3</sup> CHEN Xin-xin<sup>2</sup>  
FENG Guang-ye<sup>4</sup> LIU Yan<sup>4</sup> WANG Ji-xia<sup>4</sup> LI Ming<sup>4</sup>

( 1. Key Laboratory of Exploration Technologies for Oil and Gas Resources , MOE , Yangtze University , Wuhan 430100;

2. School of Geoscience , Yangtze University , Wuhan 430100;

3. Test Institute Environment Detection ( Water Quality ) Center for Xingjiang Karamay Oilfield Company , Karamay Xinjiang 834000;

4. Geophysical Exploration Institute of Hubei Oilfield Company , CNPC Renqiu Hebei 062552)

**Abstract:** This paper focuses on the sequence stratigraphy and sedimentary facies of Yingcheng formation in the southeastern margin of the Songliao Basin. The degree of previous studies in this area is lower , based on seismic , logging and core analysis , the sequence stratigraphy and sedimentary facies are studied. Rift basin is characterized by deposition which is significantly controlled by tectonic movements and episodic tectonic cycles , sedimentary and tectonic evolution of the Songliao Basin experienced the initial rift period , strongly faulted period , faulted the peak late , the conversion period of faulted and depression and depression period amounting to five stages of evolution. Northwest of Lishu depression is the most promising oil and gas rich region. The block Shahezi 2nd member & Ying 1st member deposition period are extended strong faulted period of the rapid subsidence and deep water , provided the precondition condition for gravity flow deposits development , especially in the braided river delta front near the deep water , easily turbidite sandstone develops , turbidite sand embedded in thick dark mudstone which creates a unique condition for lithologic reservoir formation. With the gradual in-depth exploration and geological theory oil and gas exploration gradually to the west of the central belt with a particular deep extensions to the northwest , and achieved encouraging preliminary exploration results. The study area is located in the transition belt of northern slope and southern deep depression zone , and the structure superimposed over the same period as a background , is favorable area to find the structure and construction of reservoirs-complex reservoir lithology. However , the deposition type , evolution of sedimentary facies , reservoir characteristics etc. is with little facility in the northwest of the studied area. So it is necessary to conduct a detailed study of sedimentary features of northwest.

Use of geological and geophysical data for the Yingcheng formation strata from Northwest Lishu fault depression to identify sequence boundaries , the Yingcheng formation was studied , and which was divided into two third-order sequences , respectively , from bottom to top with SQ5 and SQ6 , corresponding to the three sequence boundaries are SB5 , SB6 and SB7. The third-order sequences were further subdivided into lowstand system tract , transgressive systems tract and highstand system tract. Lowstand system tract mainly is composed of the composition of parasequence sets , transgressive systems tract mainly is composed of the retrogradation parasequence set , and highstand system tract is made of the accretion type parasequence set. Sediment types are composed of nearshore subaqueous fan , fan delta , braid delta and lakes , and the lakes and braided river delta are the most developed type. Nearshore subaqueous fan and fan delta depositional systems develop in the downthrow side of fault for each sequence unit , which is controlled by the tectonic movements significantly , and always developed in the steep belt; braided delta sedimentary system are often associated with abundant long axis of the material source , which often developed in the gentle slope. The evolution and tectonic with deposition system configured are controlled by the ancient tectonic and landscape. Concluded that the most favorable reservoir area is located in the gentle belt of northwest Lishu fault depression.

**Key words:** Northwest Lishu fault depression; Early Cretaceous; Yingcheng Formation; sedimentary facies