

## 松辽盆地南部东南隆起区白垩系登娄库组沉积特征

李占东<sup>1</sup>,李 阳<sup>2</sup>,刘云利<sup>3</sup>,胡慧婷<sup>4</sup>,马凤荣<sup>4</sup>,张小刚<sup>5</sup>

(1. 东北石油大学 石油工程学院, 黑龙江 大庆, 163318; 2. 大庆职业学院, 黑龙江 大庆, 163255; 3. 中国石油新疆油田分公司 风城油田作业区, 新疆 克拉玛依 834000; 4. 东北石油大学 地球科学学院, 黑龙江 大庆, 163318; 5. 中国石油 长庆油田分公司勘探部, 陕西 西安, 710018)

**摘要:**为了查明松辽盆地南部东南隆起区登娄库组沉积特征及演化规律,开展了层序格架内的沉积相展布特征及演化研究。研究表明,登娄库组物源具有四周向中央汇聚的继承性特征,沉积相分布受盆地构造演化控制明显,主要发育了5种沉积相——冲积扇、扇三角洲、辫状河、辫状河三角洲和湖相。层序IV-d1为断-拗转换期的早期,沉积受断陷控制明显,致使沉积物快速卸载,各沉积体系向盆地内部进积的距离受到了限制,共发育了5个规模较大的分割式断陷和2个小型断陷。断陷周缘古凸起为冲积扇沉积体系的主要发育区,扇三角洲沉积分布于断陷的四周,扇三角洲前缘延伸到入湖处。沉积相主要以冲积扇、扇三角洲和湖相为主;层序IV-d2为断拗转换期的末期,研究区基本上形成了统一沉积物卸载区域,湖泊范围扩大,主要发育了冲积扇、扇三角洲、辫状河、辫状河三角洲和湖相沉积。以泛滥平原与滨浅湖的接触带为界,该界限以西主要发育来自西部和北部物源高地的冲积扇、辫状河沉积体系,该界限以东湖泊相大面积发育,伴随高地物源区碎屑沉积物陆续注入湖盆,构成了规模不等的退积式扇三角洲。其中,扇三角洲前缘和辫状河三角洲前缘亚相带是油气富集的主要储集体,是今后该区登娄库组油气勘探的有利相带。

**关键词:**沉积相;登娄库组;白垩系;松辽盆地东南隆起区

**中图分类号:**TE121.3

**文献标识码:**A

## Sedimentary characteristics of the Cretaceous Denglouku Formation in the southeast uplift of the southern Songliao Basin

Li Zhandong<sup>1</sup>, Li Yang<sup>2</sup>, Liu Yunli<sup>3</sup>, Hu Huiting<sup>4</sup>, Ma Fengrong<sup>4</sup>, Zhang Xiaogang<sup>5</sup>

(1. College of Petroleum Engineering Institute, Northeast Petroleum University, Daqing, Heilongjiang 163318, China; 2. Daqing Vocational College, Daqing, Heilongjiang 163255, China; 3. Fengcheng Oilfield Operation Area, PetroChina Xinjiang Oilfield Company, Karamay, Xinjiang 834000, China; 4. College of Earth Sciences, Northeast Petroleum University, Daqing, Heilongjiang PetroChina, 163318, China; 5. Exploration Department of Changqing Oilfield Company, PetroChina, Xi'an, Shanxi 710018, China)

**Abstract:** Sedimentary characteristics and evolution of the Denglouku Formation in the southeast uplift area of southern Songliao basin was studied based on analyses of sedimentary facies distribution and evolution in the context of sequence framework. The results show that the provenance of the Formation were distributed around the basin and supplied sediments from all directions to the center of the basin and the sedimentary facies distribution was controlled by basin tectonic evolution. Five major sedimentary facies were recognized in the area: alluvial fan, fan delta, braided river, braided delta, and lake. The sequence IV-d1 was formed during the early stage of transformation from a fault depression to a sag. The deposition was mostly controlled by the fault depression and the sediments were downloaded rapidly, restricting the distance of progradation to the inner basin. There developed five separated fault depressions and two small fault depression. Alluvial fan sedimentary systems were developed on the paleohighs around the fault depressions, fan delta systems were located around the fault depressions, while the fronts of the fan delta extended into the mouth of the lake. The sedimentary facies were dominated by alluvial fan, fan delta and lake. Sequence IV-d2 was formed during the late stage of transformation from fault depression to a sag when an unified sediment unloading area was developed, and the lake expanded. The sedimentary facies were dominated by alluvial fan, fan delta, braided river, braided river delta, littoral and lake. The contact zone of the flood plains and the shore-shallow lake can be regarded as a boundary, to the west of which formed alluvial fan and braided river systems with sediments sourced from the western and the northern highland provenances; and to

收稿日期:2013-09-25;修订日期:2014-01-28。

第一作者简介:李占东(1979—),男,博士、副教授,油藏描述和油田开发。E-mail:conquereast@163.com。

通讯作者:李阳(1985—),女,讲师,油藏地质。E-mail:249562496@qq.com。

基金项目:国家高技术研究发展计划(863计划)项目(SS2012AA060203)。

the east of which developed retrograded fan deltas of different scales with clastic sediments sourced from highlands. Among the facies, the fan delta front and braided river delta front are considered to be home to hydrocarbon reservoirs and therefore are the most promising exploration targets for oil and gas.

**Key words:** sedimentary facies, Dengloulou Formation, Cretaceous, southeast uplift of the Songliao Basin

松辽盆地南部东南隆起区是松辽盆地的一级构造单元,其沉积特点为物源多而小、岩相类型复杂,多年来该地区在中、深层的勘探进展一直比较缓慢。随着勘探程度的深入,亟需对该区的地质认识进一步深化。前人曾在层序、热演化史、构造特征及油藏等方面进行过研究,总结出了许多规律性认识<sup>[1-8]</sup>,但对东南隆起区登娄库组沉积特征及演化研究很少。因此,本文在前人研究成果的基础上,结合73口井的岩心、录井、测井资料以及二维地震和分析化验资料,并根据关键井沉积旋回和测井响应特点,建立关键井的层序划分方案,实现层序地层的综合对比,进而进行沉积体系和沉积亚相分析,系统地阐述了东南隆起区登娄库组沉积相特征及演化规律,旨在为下一步对登娄库组油气勘探奠定基础。

## 1 区域概况

东南隆起区位于松辽盆地南部,位于吉林油田边界的北端,西邻中央坳陷区和西南隆起区,东隔伊通盆地,区内由10个二级构造单元组成(图1),总面积约36 000 km<sup>2</sup>。目前已有探井345口,其中,工业油流井71口,油气显示井131口。下白垩统自下而上为火石岭组、沙河子组、营城组、登娄库组和泉头组,其中

登娄库组处于晚侏罗世以来构造演化阶段的断-坳转换期<sup>[9]</sup>,沉积了较厚的砂砾岩和砂岩,是油气勘探的主要目的层,纵向上二分为登娄库组一段和登娄库组二段(简称登一段和登二段)。

## 2 层序地层格架

在以Vail层序地层学理论的指导下,根据岩心、地震、测井及录井资料,完善了东南隆起区登娄库组层序地层格架<sup>[10]</sup>,将登娄库组划分为2个三级层序——层序IV-d1和层序IV-d2<sup>[6,11]</sup>,对应于登一段和登二段,每个层序发育了完整的低位体系域(LST)、水进体系域(TST)和高位体系域(HST)(图2)。层序IV-d1分布在营城组顶部的断陷中,范围有限,岩性以砂砾岩和含砾砂岩为主,粒度较粗。层序IV-d2较层序IV-d1沉积范围大,岩性以砂岩和含砾砂岩为主,夹杂紫色块状泥岩,粒度较层序IV-d1细。在此基础上,开展了层序格架内的沉积相展布特征及演化研究<sup>[12-15]</sup>。

## 3 沉积相类型及沉积特征

### 3.1 冲积扇

冲积扇具有物源充足、搬运距离短的特点。其岩石成分特点多为颗粒大小不均、分选较差等,电测特征为微齿状箱形或桶形。地震同相轴连续性在扇根处较差、向远端连续性变好。取心和录井资料证实,岩石成分大多是杂色砾岩和砂砾岩夹褐色泥岩,砾石分选、磨圆极差。亚相类型主要发育扇根、扇中及扇缘3个亚相。

#### 3.1.1 扇根

扇根位于冲积扇靠近山口的一侧或冲积扇顶部向下延伸的断崖处,是河道切入冲积扇填充形成的。岩性以大套紫红色砾岩、砂砾岩和泥砾岩为主,偶尔夹有薄层棕色泥岩,砾石呈杂乱排列,成分成熟度和结构成熟度均较低。测井曲线表现为低伽马、高电阻的厚层齿状箱形或钟形特征。地震剖面特征不明显,通常为杂乱反射结构。

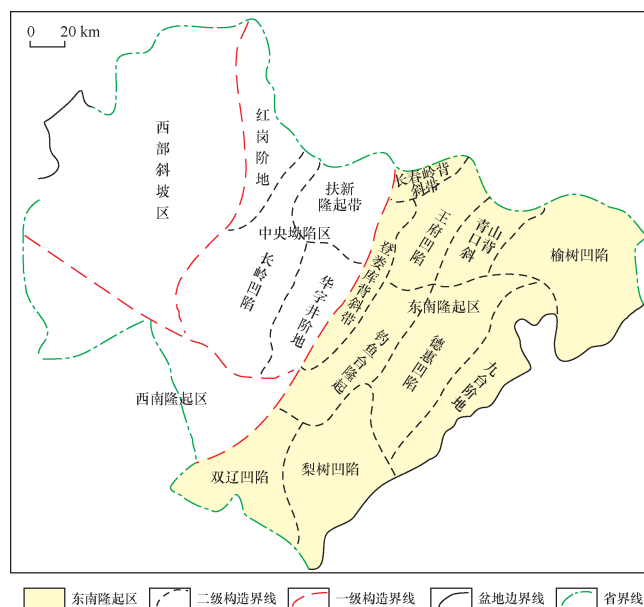


图1 松辽盆地南部东南隆起区构造位置

Fig. 1 Structural location of the southeast uplift of the southern Songliao Basin

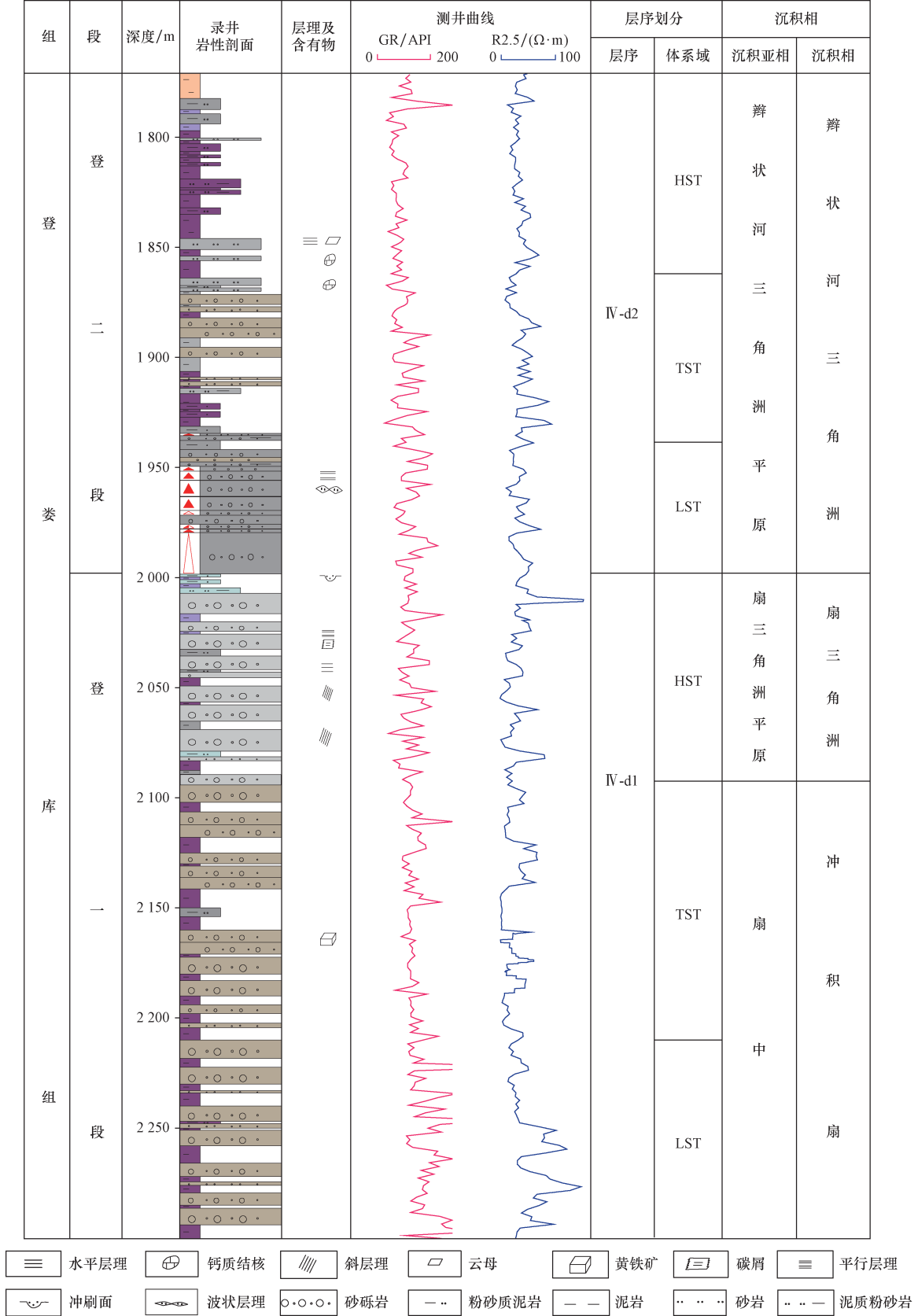


图 2 松辽盆地南部东南隆起区登娄库组层序地层格架

Fig. 2 Sequence stratigraphic framework of the Denglouku Formation in the southeast uplift of the southern Songliao Basin

3.1.2 扇中

扇中亚相位于冲积扇扇根的前端,以中、低沉积坡度的辫状河道为主体,岩性仍以砂砾岩和含砾砂岩夹

少量薄层砂、泥等细粒沉积物为主,细粒沉积物含量增加,单层厚度减小。与扇根亚相相比,扇中亚相具有明显的两个特征:其一,砾石含量和砾石直径均变小,且成熟度变好;其二,测井曲线上的岩电特征与扇中所处

位置关系密切,近扇端多为厚层箱形特征,远扇端多为顶、底突变或底部渐变的钟形曲线叠置。地震反射表现为楔状的前积特征。

### 3.1.3 扇缘

扇缘亚相为冲积扇的外缘,较扇中亚相比沉积物粒度更细,平面上分布范围变大,岩性主要由紫红色砂砾岩、粉砂岩和泥岩互层组成,主要发育扇缘分流河道和扇间漫流沉积微相,是含油气储层的有利相带之一。研究区南部顾家店地区分布较为典型。以伏11井为例(图3),电测曲线多为低幅钟形特征。地震剖面上呈杂乱状的反射特征,扇缘自近端扇向远端扇呈丘状,且连续性逐渐变好。岩心以粒度适中的砂砾岩为主,其间可见氧化环境的紫红色泥岩,总体分选和磨圆差。粒度概率图以斜率较低的三段式为主,其中,滚动和跳跃总体含量接近,二者交截点为1.0~2.0(粒径 $\Phi$ 值),沉积作用为重力流和牵引流并存。

## 3.2 扇三角洲

扇三角洲是指冲积扇向湖盆推进而形成、常受同生断层控制的粗粒沉积体系,具有重力流与牵引流的双重机制<sup>[16-18]</sup>。粒度较冲积扇细,物性适中。地震反

射同相轴呈楔形,向陆地方向地震反射较为杂乱,而向湖盆方向收敛。研究区内主要识别出扇三角洲平原和扇三角洲前缘两种亚相类型。

### 3.2.1 扇三角洲平原

扇三角洲平原处于扇三角洲的水上部分,微相主要有分支河道和分流间湾两种。以合10井为例(图4),分支河道岩性较粗,成分成熟度低,主要为含砾粗砂岩、粗砂岩以及灰色细砂岩,顶部偶见灰色泥质沉积,分选和磨圆均较差。粒度概率图为两段式,斜率较低,滚动和跳跃总体含量分别为70%和30%,交截点接近2.0(粒径 $\Phi$ 值),以跳跃含量为主,这表明滚动颗粒经搬运沉积后,随着地质营力的减弱,其滚动颗粒被细粒组分所充填,因水流振荡等因素影响,重力流携砂入湖能力逐渐降低,反映了重力流向牵引流过渡的水动力特征。岩性垂向上组合表现为下粗上细的正韵律特征,测井曲线主要表现为齿化箱形的形态。分流间湾主要以深灰色泥岩和粉砂质泥岩为主的泥质沉积物,测井曲线多为低平指状。

### 3.2.2 扇三角洲前缘

与扇三角洲平原相比,扇三角洲前缘沉积粒度较

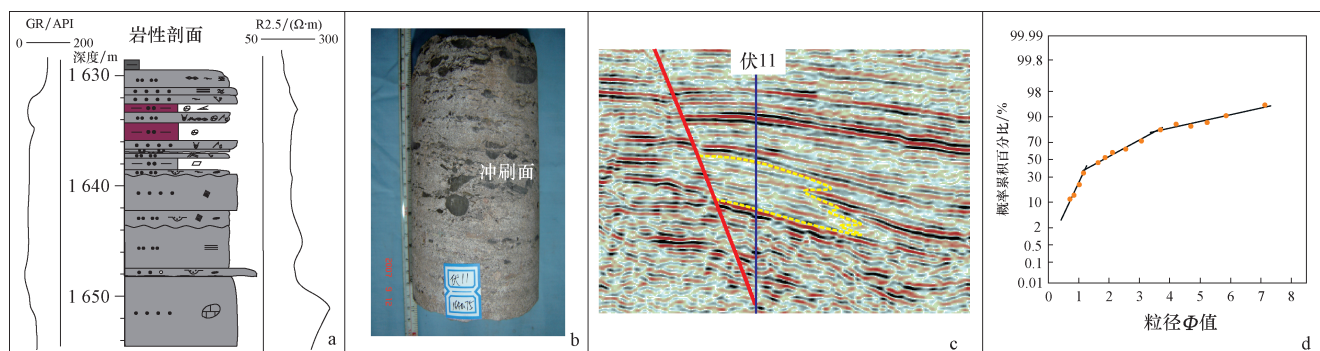


图3 松辽盆地南部东南隆起区冲积扇扇缘标志(伏11井)

Fig. 3 Identification marks of alluvial fan in the southeast uplift of the southern Songliao Basin (Well Fu 11)

a. 岩-电组合; b. 岩心照片; c. 地震剖面, Line 594; d. 粒度概率图, 井深 1639.17~1639.27 m

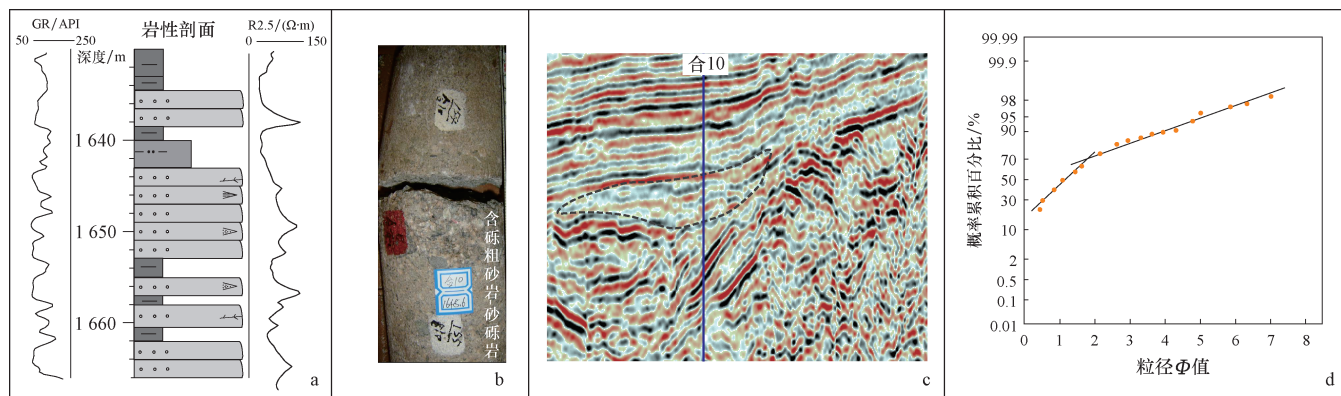


图4 松辽盆地南部东南隆起区扇三角洲平原标志(合10井)

Fig. 4 Identification marks of fan delta plain in the southeast uplift of the southern Songliao Basin (Well He 10)

a. 岩-电组合; b. 岩心照片; c. 地震剖面, xh197-501; d. 粒度概率图, 井深 1656.92~1657.02 m

细,颜色以还原环境的深灰色为主,砂质较纯,分选好,录井岩性显示化石、碳屑等含有物丰富,主要微相类型有水下分流河道、水下分流间湾和席状砂等。其中,水下分流河道与陆上分流河道相比,单层厚度小,但分选、磨圆好,层理类型多样,底部冲刷明显。纵向上正韵律特征明显,底部岩性以砂砾岩和砂岩为主,顶部多为泥质粉砂岩和泥质沉积,曲线主要为正旋回的箱形或钟形特征,粒度概率图以斜度较高的两段式为主,反映了重力流和牵引流并存的水动力特征。水下分流间湾位于水下分支河道之间的相对凹陷地区,多为河道漫溢或决口形成的泥岩沉积物,偶夹薄层砂岩,电测曲线为低幅平直特征。

### 3.3 辫状河

辫状河具有多河道、河床坡降大、宽而浅、侧向迁移迅速等特点,且多次分叉并汇聚成辫状。河流具有典型的二元结构,底层沉积的粒度粗,沉积作用以牵引流为主,砂砾岩较发育。根据沉积粒度和岩性组合特征可将辫状河进一步分为河床与泛滥平原两个亚相。

#### 3.3.1 河床

河床由多个向上变细的成因单元沉积序列组成,底部通常为岩性较粗的砂砾岩沉积,向顶部过渡到细粒砂岩沉积。底部冲刷明显,代表了一次水流从强到弱的演化过程。微相主要为河道砂坝沉积和河床滞留沉积两种微相。河道砂坝亦称心滩,其形成与河流的水动力结构有一定的关系。河道上游较陡,沉积物较粗并遭受侵蚀;河道下游较平缓,发生沉积作用,粒度概率曲线三段式居多,主要以跳跃总体为主。

#### 3.3.2 泛滥平原

泛滥平原为洪水泛滥时期的产物,岩性以氧化环境中的红褐色泥岩为主,伴有钙质、粉砂质泥岩沉积,电测响应为平直间小指状组合特征。

### 3.4 辫状河三角洲

辫状河三角洲是辫状河进积到湖(海)而形成的浅水型三角洲<sup>[19-22]</sup>。研究区仅登二段发育辫状河三角洲,与扇三角洲相比岩性和粒度均较细,研究区主要发育辫状河三角洲平原和辫状河三角洲前缘亚相。

#### 3.4.1 辫状河三角洲平原

辫状河三角洲平原岩性主要为砂砾岩和中、细砂岩,界面常见冲刷面构造,层理多为平行层理或槽状交错层理,可进一步分为辫状水道和道间沉积两种微相。

与其他河道特征相似,辫状水道岩石成分主要为灰色混杂砂砾岩。以农46井为例(图5),录井显示含油较好,测井曲线为低伽马、高电阻的高幅箱形响应特征,但沉积物粒度比扇三角洲分流河道细。粒度概率曲线以斜度较高的三段式为主,滚动总体含量约为40%,跳跃总体与悬浮总体的交截点在3.0~3.5(粒径 $\Phi$ 值),分选、磨圆较好,反映碎屑沉积物搬运过程中水动力条件较弱,沉积作用以重力流和牵引流并存为特征。

#### 3.4.2 辫状河三角洲前缘

辫状河三角洲前缘是发育最开阔的、发育程度最好的沉积相带,根据岩电响应特征将研究区辫状河三角洲前缘进一步划分水下分支河道和 underwater 分流间湾两种沉积微相。水下分支河道与辫状水道相比岩性较细,成分为反映还原环境的灰色、浅灰色含砾砂岩或粉细砂岩,粒度概率曲线以三段式为主,岩石分选好,含油有利,多见块状层理和波状层理,底部冲刷明显,具有典型的二元结构。岩电曲线为钟形或箱形组合特征。

### 3.5 湖相

湖相沉积主要包括滨浅湖和深湖沉积。以研究区

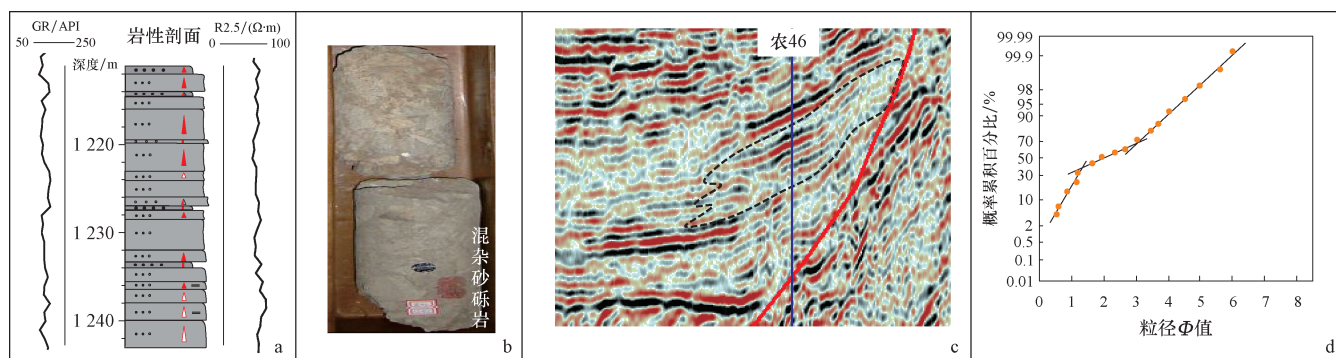


图5 松辽盆地南部东南隆起区辫状河三角洲平原标志(农46井)

Fig. 5 Identification marks of braided river delta plain in the southeast uplift of the southern Songliao Basin (Well Nong 46)

a. 岩-电组合; b. 岩心照片; c. 地震剖面, Line 07—516; d. 粒度概率图, 井深 1 224—1 224 m

德深2井为例,沉积物多以黑色泥岩为主,颜色较深但岩性较纯。滨浅湖是指枯水面附近与浪基面之上的浅水沉积区,界面为泥岩砾屑与下伏泥岩冲刷接触,岩性以深灰色块状泥岩为主,夹薄层暗色砂质泥岩和碳质泥岩,曲线为平直间波状组合特征,层理构造多为断续平行层理、波状层理和波状交错层理等。

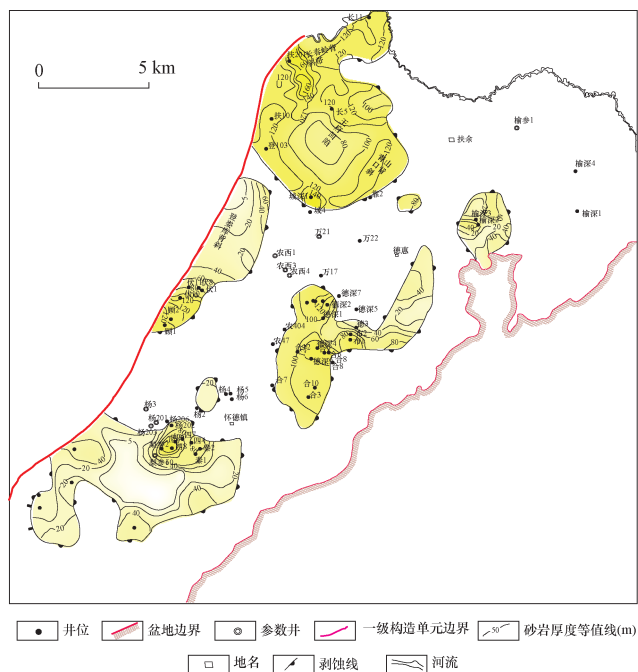


图6 松辽盆地南部东南隆起区登一段砂岩厚度

Fig. 6 Isopach of sandstone in the first member of the Denglouku Formation in the southeast uplift of the southern Songliao Basin

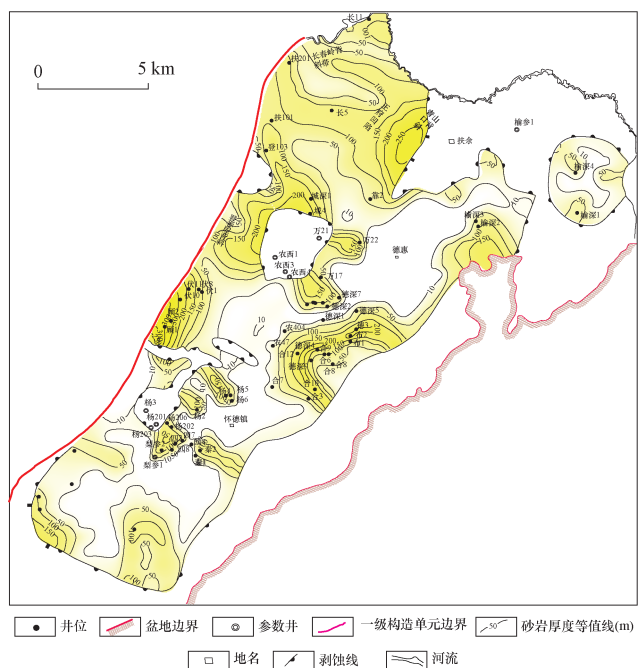


图7 松辽盆地南部东南隆起区登二段砂岩厚度

Fig. 7 Isopach of sandstone in the second member of the Denglouku Formation in the southeast uplift of the southern Songliao Basin

## 4 沉积体系平面展布

从研究区砂岩等厚图和沉积相分布来看,沉积相分布受盆地构造演化控制<sup>[23]</sup>。层序IV-d1和层序IV-d2的物源具有四周向中央汇聚的继承性特征,尤其以北部为强物源方向。砂体分布于凹陷四周,但横向上相对孤立。其中长春岭背斜带、登娄库背斜带、青山口背斜和王府凹陷等处砂岩较发育,层序IV-d1砂岩最厚区域分布在王府凹陷(图6),砂岩最厚达200 m。与层序IV-d1相比,层序IV-d2砂岩厚度变厚(图7),且砂岩有向南移的趋势,其中,青山口背斜和王府凹陷最为发育,砂岩厚度达到250 m以上。

### 4.1 层序IV-d1沉积体系平面展布

层序IV-d1为登娄库组层序下部沉积,受长期继承性断裂控制<sup>[24]</sup>,地壳发生沉降,并伴随着更强烈的拉张,物源从四周高地流向各个断陷且被快速充填。层序IV-d1共发育了5个规模较大的分割式断陷和2个小型断陷(图8),冲积扇零星分布在北部两个断陷的山间平原之间,其中,长春岭背斜带和王府凹陷南部的地区沉积体系完整,自物源方向向湖盆周围发育了冲积扇、扇三角洲和湖相沉积,登娄库背斜带西南部和钓鱼台隆起北部的断陷内仅发育了冲积扇扇体碎屑沉积物,2个小型断陷主要为滨浅湖沉积,其余3个大断陷均主要发育扇三角洲、滨浅湖和深湖沉积。

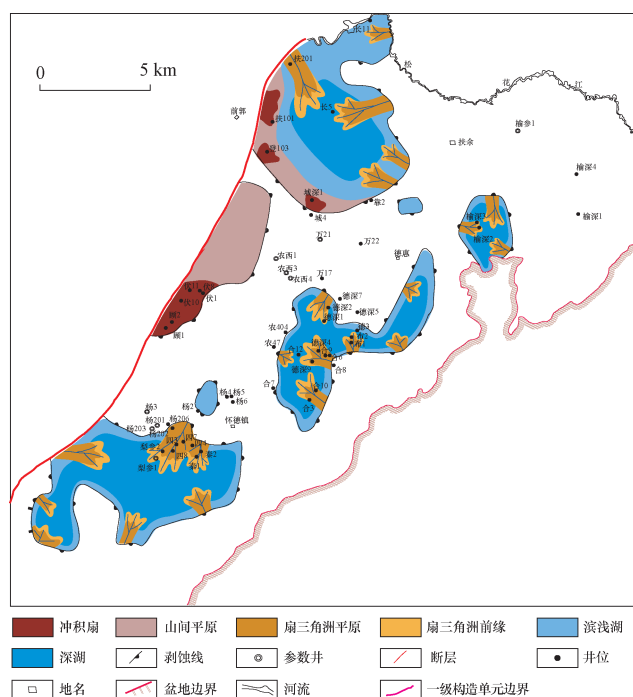


图8 松辽盆地南部东南隆起区层序IV-d1沉积相

Fig. 8 Sedimentary facies of sequence IV-d1 in the southeast uplift of the southern Songliao Basin

## 4.2 层序IV - d2 沉积体系平面展布

层序IV - d2 为登娄库层序组上部沉积,该时期为断 - 坳转换期的末期,剥蚀区的隆升变缓,地壳持续性伸展和断层的持续活动,致使湖盆扩大,层序IV - d1 分散断陷已经开始合并统一,物源区后退,凹陷周缘开始规模性地接受沉积,除北部和中部的局部高地外,基本上形成了统一的沉积物卸载区域,沉积了以紫红色泥岩和灰色砂岩不等厚互层的碎屑物质,沉积相类型多样<sup>[25-27]</sup>,主要发育了冲积扇、扇三角洲、辫状河、辫状河三角洲和湖泊沉积(图9)。受水体频繁震荡的影响,湖盆周围发育多个规模不等的扇三角洲和辫状河三角洲沉积体。以泛滥平原与滨浅湖的接触带为界,层序IV - d2 沉积呈规律性展布,该界限以西主要发育来自西部和北部物源高地的冲积扇和辫状河沉积体系,该界限以东湖泊相大面积发育,伴随高地物源区碎屑沉积物陆续注入湖盆,构成了规模不等的退积式扇三角洲。

## 5 沉积演化特征

### 5.1 层序IV - d1 沉积演化模式

层序IV - d1 为盆地断陷向坳陷转化的初期,早期断陷裂谷逐渐封闭,断陷湖盆逐渐收敛萎缩,统一的盆地还没有形成,盆地边界以断陷边界和坳陷边界并存,

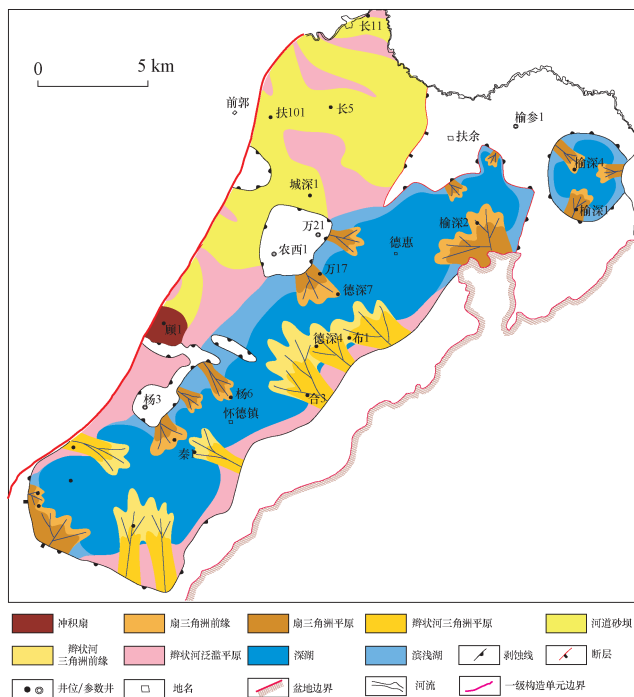


图9 松辽盆地南部东南隆起区层序IV - d2 沉积相

Fig. 9 Sedimentary facies of sequence IV-d2 in the southeast uplift of the southern Songliao Basin

盆地边界断裂活动的持续增强和地壳的沉降,致使沉积物快速卸载,各沉积体系向盆地内部进积的距离受到了限制。低水位域沉积时期,盆地开始沉降,近源沉积物快速充填并覆盖了下伏部分断陷,为盆地向坳陷转化奠定了基础。此时,盆地分布范围较小,厚度变化较大,沉积厚度最大区域分布在登娄库背斜带处,沉积相类型以冲积扇和扇三角洲沉积为主。之后发生的第一次大规模的水进期,基准面上升,可容纳空间迅速增长,湖(水)面积开始大范围扩张,为浅湖相泥岩沉积提供了良好的环境,成为东南隆起区优质烃源岩<sup>[28]</sup>。高水位沉积时期,断 - 坳转换构造活动的持续进行,湖盆开始萎缩,扇三角洲继续向湖盆中心进积,扇体规模达到最大。总体上,层序IV - d1 呈分割式断陷沉积,断陷周缘古凸起为冲积扇沉积体系的主要发育区,扇三角洲沉积分布于断陷的四周,扇三角洲前缘延伸到入湖处。由于扇三角洲前缘砂体岩性粒度适中,储层物性较好,且邻近生油凹陷中心,所以层序IV - d1 扇三角洲前缘砂体是勘探的有利相带。

### 5.2 层序IV - d2 沉积演化模式

层序IV - d2 沉积时期,盆地处于断 - 坳转换期的末期,盆地开始扩张,构造活动开始减弱,前期断陷被该时期沉积物呈披盖式覆盖<sup>[29]</sup>。在这种古构造和古地形背景下,与层序IV - d1 相比,湖盆范围扩大,此时各沉积体系向盆地内部延伸的距离要远些,尤其是来自北部水系的辫状河三角洲沉积体系,越过长春岭背斜一直前积至德惠凹陷边缘。低位体系域沉积时期,地壳的持续沉降致使分割式断陷开始合并,湖泊沉积开始规模性发育;盆地进入水进体系域沉积时期,此时沉积基本上进入不完全受断陷控制的坳陷初期,湖面稳定上升到最大,东南隆起区地层分布范围明显扩大。除东北部榆树凹陷等区域局部缺失外,研究区基本连片,厚度变化较大,其中南部的双辽凹陷、梨树凹陷和北部王府凹陷沉积厚度最大,为主要的沉积和沉降中心,冲积扇、扇三角洲及辫状河三角洲均呈退积式沉积。高位体系域沉积时期,湖面开始缩小且水体变浅,碎屑物质继续向湖盆注入,扇三角洲和辫状河三角洲沉积范围进一步变大,但连续性变差。由于层序IV - d2 沉积稳定,构造圈闭条件好,因此,该时期由扇三角洲 - 浅水湖盆粗碎屑建造的砂体可做岩性 - 构造油藏,为有利勘探相带。

## 6 结论

1) 运用层序地层学理论为指导,根据岩心、测井、地震资料及录井等资料的综合分析,完善了东南隆起

区登娄库组层序地层格架,将登娄库组划分为2个三级层序——层序IV-d1和层序IV-d2,对应于登一段和登二段,每一层序发育了完整的低位体系域、水进体系域和高位体系域。

2) 总结出研究区主要发育5种沉积相——冲积扇、扇三角洲、辫状河、辫状河三角洲和湖相。层序IV-d1为多个孤立的断陷沉积,长春岭背斜带和王府凹陷南部的地区沉积体系完整,自物源方向向湖盆周围发育了冲积扇、扇三角洲和湖相沉积,登娄库背斜带西南部和钓鱼台隆起北部的断陷内仅发育了冲积扇扇体碎屑沉积物,其余三个大断陷均主要发育扇三角洲和湖相沉积。层序IV-d2沉积呈规律性展布,以泛滥平原与滨浅湖的接触带为界,该界限以西主要发育来自西部和北部物源高地的冲积扇、辫状河沉积体系,该界限以东深湖大面积发育,伴随高地物源区碎屑沉积物陆续注入湖盆,构成了规模不等的退积式扇三角洲。

3) 综合砂岩等厚图、沉积相以及构造演化等信息,讨论了各个层序沉积时期与沉积演化的关系。层序IV-d1呈分割式断陷沉积,断陷周缘古凸起为冲积扇沉积体系的主要发育区,扇三角洲沉积分布于断陷的四周,扇三角洲前缘延伸到入湖处;层序IV-d2为盆地坳陷沉积的初期,发育了冲积扇、扇三角洲、辫状河、辫状河三角洲和湖泊沉积。其中,扇三角洲前缘和辫状河三角洲前缘亚相带是今后该区中、深层油气勘探的重点。

### 参 考 文 献

- [1] 李君,黄志龙,李凌君,等. 对松辽盆地南部东南隆起区抬升过程的新认识[J]. 新疆石油地质,2008,29(6):690-692.  
Li Jun, Huang Zhilong, Li Lingjun, et al. New understanding of uplifting process of southeast uplift area in southern Songliao Basin[J]. Xinjiang Petroleum Geology, 2008, 29(6): 690-692.
- [2] 高有峰,王璞琨,瞿雪娇,等. 松辽盆地东南隆起区白垩系嫩江组一段沉积相、旋回及其与松科1井的对比[J]. 岩石学报,2010,26(1):99-108.  
Gao Youfeng, Wang Pujun, Qu Xuejiao, et al. Sedimentary facies and cyclostratigraphy of the Cretaceous first member of Nenjiang Formation in the southeast uplift zone, Songliao Basin and its correlation with the CCSD-SK-1[J]. Acta Petrological Sinica, 2010, 26(1): 99-108.
- [3] 程日辉,王国栋,王璞琨. 松辽盆地白垩系泉三段-嫩江组沉积旋回与米兰科维奇周期[J]. 地质学报,2008,82(1):55-64.  
Cheng Rihui, Wang Guodong, Wang Pujun. Sedimentary cycles of the Cretaceous Quantou-Nenjing Formation and Milankovitch cycles of the South Hole of the SLCORE-1 in the Songliao Basin[J]. Acta Geologica Sinica, 2008, 82(1): 55-64.
- [4] 庞智英,舒萍,纪学雁,等. 松辽盆地东南隆起区白垩系营城组二段沉积相分析及层序划分[J]. 吉林大学学报(地球科学版),2009,39(2):232-237.  
Pang Zhiying, Shu Ping, Ji Xueyan, et al. Sedimentary facies analysis and stratigraphic sequence division of the second member of the Yingcheng Formation in the southeastern uplift region, Songliao Basin[J]. Journal of Jilin University (Earth Science Edition), 2009, 39(2): 232-237.
- [5] 刘万洙,邵锐,白雪峰,等. 松辽盆地东南隆起区营城组一段熔浆胶结复成分砾岩特征及其成因分析[J]. 吉林大学学报(地球科学版),2007,37(6):1124-1130.  
Liu Wanzhu, Shao Rui, Bai Xuefeng, et al. Characteristics and genetical study of the magma-cemented polymictic conglomerate in the Cretaceous Yingcheng Formation, southeastern uplift area of the Songliao Basin[J]. Journal of Jilin University (Earth Science Edition), 2007, 37(6): 1124-1130.
- [6] 叶德燎. 松辽盆地东南隆起区下白垩统层序地层格架及油气成藏规律[J]. 地质科学,2005,40(2):227-236.  
Ye Deliao. Lower Cretaceous sequence stratigraphic framework and hydrocarbon accumulation in the southeast rise, Songliao Basin, China[J]. Chinese Journal of Geology, 2005, 40(2): 227-236.
- [7] 李君,黄志龙,李佳,等. 松辽盆地东南隆起区长期隆升背景下的油气成藏模式[J]. 岩性油气藏,2007,19(1):57-61.  
Li Jun, Huang Zhilong, Li Jia, et al. The pool-forming pattern in the condition of arching in the southeast uplift in Songliao Basin[J]. Lithologic Reservoirs, 2007, 19(1): 57-61.
- [8] 王宗礼,李君,林世国,等. 松辽盆地南部东南隆起区低压油气藏形成机制及分布特征研究[J]. 天然气地球科学,2009,20(2):216-221.  
Wang Zongli, Li Jun, Lin Shiguo, et al. Forming mechanism and distribution of low pressure reservoirs in southeast uplift of southern Songliao Basin[J]. Natural Gas Geoscience, 2009, 20(2): 216-221.
- [9] 李占东,赵伟,李阳,等. 开发地震反演可行性研究及应用——以大庆长垣北部油田为例[J]. 石油与天然气地质,2011,34(3):797-806.  
Li Zhandong, Zhao Wei, Li Yang, et al. Feasibility study and application of development seismic inversion—a case study from northern Changyuan oilfield of Daqing area[J]. Oil & Gas Geology, 2011, 34(3): 797-806.
- [10] 国景星,戴启德,吴丽艳,等. 冲积河流相层序地层学研究[J]. 中国石油大学学报(自然科学版),2003,27(4):15-19.  
Guo Jingxing, Dai Qide, Wu Liyan, et al. Study on alluvial-fluvial facies sequence stratigraphy[J]. Journal of China University of Petroleum Edition of Natural Science, 2003, 27(4): 15-19.
- [11] 刘忠宝,杨圣彬,焦存礼,等. 塔里木盆地巴楚隆起中、下寒武统高精度层序地层与沉积特征[J]. 石油与天然气地质,2012,33(1):70-76.  
Liu Zhongbao, Yang Shengbin, Jiao Cunli, et al. High resolution sequence stratigraphy and sedimentary characteristics of the Middle-Lower Cambrian in Bachu Uplift, the Tarim Basin[J]. Oil & Gas Geology, 2012, 33(1): 70-76.
- [12] 纪友亮,蒙启安,单敬福,等. 塔南-南贝尔凹陷南屯组下部沉积体系平面展布特征[J]. 石油实验地质,2011,33(3):260-265.  
Ji Youliang, Meng Qi'an, Shan Jingfu, et al. Depositional system of lower Nantun Formation in South Tamuchage-South Beier Sag[J]. Petroleum Geology & Experiment, 2011, 33(3): 260-265.
- [13] 远光辉,操应长,王艳忠. 东营凹陷民丰地区沙河街组四段—三段中亚段沉积相与沉积演化特征[J]. 石油与天然气地质,2012,

- 33(2):277-286.
- Yuan Guanghui, Cao Yingchang, Wang Yanzhong. Sedimentary facies and their evolution of the 4th - middle 3rd members of Shahejie Formation in Minfeng area, Dongying Sag[J]. Oil & Gas Geology, 2012, 33(2):277-286.
- [14] Holmes A. Principles of physical geology[M]. London: Edinburgh, 1965:730.
- [15] 莫午零, 吴朝东, 张顺, 等. 松辽盆地北部上白垩统嫩江组物源及古流向分析[J]. 石油实验地质, 2012, 34(1):40-46.
- Mo Wuling, Wu Chaodong, Zhang Shun, et al. Provenance and palaeo-current direction of Upper Cretaceous Nenjiang Formation in northern Songliao Basin[J]. Petroleum Geology & Experiment, 2012, 34(1):40-46.
- [16] Walker R G. Deep-water sandstone facies and ancient submarine fans: models for exploration for stratigraphic traps[J]. AAPG Bulletin, 1978, 62(6):932-966.
- [17] 杨勇强, 邱隆伟, 李聪, 等. 不同类型盆缘区沉积体系展布与演化——以东营凹陷南坡博东潜山周缘地区为例[J]. 石油实验地质, 2012, 34(6):604-610.
- Yang Yongqiang, Qiu Longwei, Li Cong, et al. Distribution and evolution of sedimentary system in different types of basin edge: a case study of peripheral regions of Bodong Buried Hill, Dongying Sag[J]. Petroleum Geology & Experiment, 2012, 34(6):604-610.
- [18] 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(2):140-146.
- Luo Jiaqiang, Ren Yanguang, Wu Chaodong, et al. Research of sedimentary facies of fourth member of Yingcheng Formation in Xujiaweizi Fault Depression in the Songliao Basin[J]. Petroleum Geology & Experiment, 2010, 32(2):140-146.
- [19] McPherson J G., Shanmugam G, Moiola R J. Fan-deltas and braid-deltas: varieties of coarse-grained deltas[J]. Geological Society of America Bulletin, 1987, 99(3):331-340.
- [20] 焦里力, 俞昊, 任涛. 长岭凹陷腰英台油田腰西区块青山口组储层沉积微相研究[J]. 石油实验地质, 2011, 33(3):249-254.
- Jiao Lili, Yu Hao, Ren Tao. Sedimentary microfacies of Qingshankou Formation, West-Yao Block, Yaoyingtai oil field, Changling Sag, Songliao Basin[J]. Petroleum Geology & Experiment, 2011, 33(3):249-254.
- [21] 魏祥峰, 张廷山, 梁兴, 等. 海安凹陷曲塘、海北次凹戴南组—三垛组一段沉积特征及演化[J]. 石油与天然气地质, 2012, 33(2):265-276.
- Wei Xiangfeng, Zhang Tingshan, Liang Xing, et al. Sedimentary characteristics and evolution of the 1st member of Dainan Formation and the 1st member of Sanduo Formation in Qutang and Haibei Sub-sags, Hai'an Sag[J]. Oil & Gas Geology, 2012, 33(2):265-276.
- [22] 李占东, 卢双舫, 李军辉, 等. 松辽盆地肇源—太平川地区白垩系姚家组一段沉积特征及演化[J]. 中南大学学报(自然科学版), 2011, 42(12):3818-3825.
- Li Zhandong, Lu Shuangfang, Li Junhui, et al. Sedimentary characteristics and evolution of member 1 Yaojia Formation of Cretaceous in Zhaoyuan-Taipingchuan area of Songliao Basin[J]. Journal of Central South University (Science and Technology), 2011, 42(12):3818-3825.
- [23] Maill A D. Reservoir heterogeneities in fluvial sandstones: lesson from outcrop studies[J]. AAPG Bulletin, 1988, 72(6):682-697.
- [24] 江青春, 王海, 李丹, 等. 地震波形分类技术应用条件及其在葡北地区沉积微相研究中的应用[J]. 石油与天然气地质, 2012, 33(1):135-140.
- Jiang Qingchun, Wang Hai, Li Dan, et al. Application conditions of seismic waveform classification technique and its use in the study of sedimentary microfacies of Pubei area[J]. Oil & Gas Geology, 2012, 33(1):135-140.
- [25] 李建青, 蒲仁海, 武岳, 等. 江苏黄桥地区龙潭组沉积相与有利储层预测[J]. 石油实验地质, 2012, 34(4):395-399.
- Li Jianqing, Pu Renhai, Wu Yue, et al. Sedimentary characteristics and favorable reservoir prediction of Longtan Formation in Huangqiao area, Jiangsu Province[J]. Petroleum Geology & Experiment, 2012, 34(4):395-399.
- [26] 刘双莲, 李浩, 周小鹰. 大牛地气田大12—大66井区沉积微相与储层产能关系[J]. 石油与天然气地质, 2012, 33(1):45-49.
- Liu Shuanglian, Li Hao, Zhou Xiaoying. Relationship between sedimentary microfacies and reservoir productivity in Da12 - Da66 well-block, Daniudi gas field[J]. Oil & Gas Geology, 2012, 33(1):45-49.
- [27] 闵小刚, 陈开远, 范廷恩. 井-震结合进行河流相储层非均质性表征——以渤海湾盆地黄河口凹陷渤中263油田为例[J]. 石油与天然气地质, 2011, 31(3):375-381.
- Min Xiaogang, Chen Kaiyuan, Fan Ting'en. Heterogeneity characterization of fluvial facies reservoirs through integration of seismic and logging data: an example from Bozhong-263 oilfield in the Huanghekou Sag, Bohai Bay Basin[J]. Oil & Gas Geology, 2011, 31(3):375-381.
- [28] 李占东, 李阳, 张海翔, 等. 海拉尔盆地乌尔逊—贝尔凹陷大磨拐河组油气成藏条件[J]. 石油实验地质, 2011, 33(5):480-487.
- Li zhandong, Li Yang, Zhang Haixiang, et al. Petroleum accumulation conditions of Damoguaihe Formation in Urxun-Beier Sag, Hailaer Basin[J]. Petroleum Geology & Experiment, 2011, 33(5):480-487.
- [29] 赵波, 冯子辉, 梁江平. 松辽盆地安达地区泉头组四段沉积特征与油气分布关系[J]. 石油实验地质, 2010, 32(1):35-40.
- Zhao Bo, Feng Zihui, Liang Jiangping. Sedimentary characteristics and oil and gas distribution in member 4 of Quantou Formation, Anda area, Songliao Basin[J]. Petroleum Geology & Experiment, 2010, 32(1):35-40.

(编辑 张玉银)