

依-舒地堑下第三系层序地层分析

陈守田¹, 张克民¹, 王青海², 蒙启安³, 任延广³

(1. 大庆石油管理局物探公司, 黑龙江大庆 163357; 2. 大庆油田有限公司勘探分公司, 黑龙江大庆 163412; 3. 大庆油田有限公司勘探开发研究院, 黑龙江大庆 163412)

摘要: 依-舒地堑经历了早期断陷和晚期消亡两大发育历程, 与大的构造演化阶段相匹配, 形成了 4 个超层序 20 个层序。母岩分布、古水流特征等综合分析表明, 方正断陷存在 3 个物源区, 从新安村组至达连河组深湖相的沉积边界逐渐向沉积中心迁移, 致使烃源岩层位不断变化, 但总体赋存于强烈断陷期和初始断陷期。依-舒地堑的油气藏主要分布于低位体系域, 高位体系域中仅少量分布。

关键词: 层序地层; 沉积模式; 烃源岩; 油气藏; 依-舒地堑

第一作者简介: 陈守田, 男, 33 岁, 博士生, 沉积学

中图分类号: P539.2

文献标识码: A

依-舒地堑南起吉林省的舒兰县, 向北进入俄罗斯, 在我国境内可划分为 5 个一级构造单元^[1]。地堑内充填下第三系、上第三系和第四系。下第三系为地堑内的主体沉积, 包括古新统汤原组、始新统新安村组、达连河组、渐新统宝泉岭组, 主要为冲积扇体系、扇三角洲体系和湖泊体系的砂砾岩、砂岩、灰黑色泥岩, 其中扇三角洲和湖泊体系的沉积物占很高比例。上第三系和第四系厚度较薄, 约 50~300 m, 主要为粗碎屑的冲积扇及扇前洪泛平原沉积。

1 层序地层

在层序地层分析中, 三级层序是最基本的分层单位, 通常称为层序^[2], 层序由 3 个体系域组成, 体系域含一个以上准层序组, 准层序组又由若干准层序组成。几个三级层序便构成了一个二级层序, 亦即超层序。本文采用了层序级次与基准面变化周期相结合的分析方法。

1.1 超周期层序

中长基准面变化周期相应形成了一级或二级层序, 根据地震、测井和岩芯资料综合分析, 下第三系顶面为一个巨大的不整合面, 将盆地内的沉积地层(第三纪以来)分为两个一级层序或超层序组。在区域上, 地层内部还可以识别出 3 个二级层序边界, 它们分别是始新统新安村组顶、始新统达连河

组顶和渐新统宝泉岭组一、二段顶。它们与渐新统顶与盆地基底将区内下第三系发育的沉积地层分隔成 4 个二级层序。

(1) SS1 超周期——初始断陷期: 发育于古新世—始新世早期, 裂陷作用明显, 盆地分隔性强, 连通性差, 沉积物以冲积扇相为主。

(2) SS2 超周期——强烈断陷期: 发育于始新世晚期, 边界断裂差异构造沉降强烈, 沉积地层为始新统新安村组、达连河组。该期盆地仍存在隆起, 但范围已缩小, 总体上还具有多水系、隆凹相间的特点, 盆地结构仍以箕状形态为主。

(3) SS3 超周期——稳定断陷期: 发育于渐新世早期, 以断陷作用为主, 沉积环境以滨浅湖相和半深湖相为主, 湖盆范围不断扩大, 可容空间增大, 为盆地最大水进期。

(4) SS4 超周期——萎缩期: 盆地西部边界断裂活动减弱, 东部边界断裂成为主控断裂, 这一阶段可容空间相对于上一阶段减小, 西部地层已部分抬升至剥蚀状态, 沉积中心东移, 盆地范围已明显缩小。

上述每一个演化期对应于一个超层序, 其中在新安村期、达连河期、宝泉岭期发生了 3 次大规模水进, 形成的湖相泥岩成为本区良好的盖层。

1.2 短周期层序

短周期形成的层序与三级周期对应, 首先在单井上划出层序, 再结合地震资料, 选出有可比性的层序, 层序边界由 SP 或 R 曲线确定。据此依舒地堑共划分出 20 个三级层序(表 1)。

表 1 依- 舒地堑层序地层系统

Table 1 Sequence stratigraphic system of Yi- Shu Graben

地层时代			反射界面	三级层序	二级层序	一级层序		
系	统	组						
第四系						B	盆地充填系列	
上第三系								
下第三系	渐新统	宝泉岭组	T			SS4		A
			T ₁ ¹	S20				
			T ₁ ²	S19				
				S18				
			T ₂	S17				
				S16				
			T ₂ ¹	S15				
				S14				
				S13				
				S12				
	始新统	达连河组	T ₃	S11		SS2		
				S10				
		新安村组	T ₄	S9		SS1		
				S8				
				S7				
				S6				
		古新统	汤原组		S5			
					S4			
	S3							
	S2							
			S1					

SB7 为侵蚀不整合, 其上有上超结构, 在测井曲线上, 由进积型准层序组向上形成顶部突变界面 (图 1), 界面之上, 泥质成分显著增加, 反映此时盆

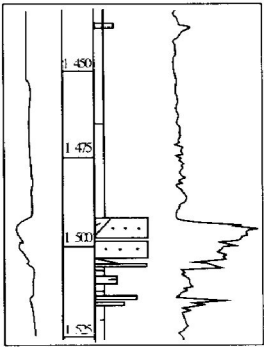


图 1 互 2 井顶部突变界面

Fig. 1 Abrupt top contacts of Hu No. 2 Well

地发生一次较大规模水进。SB10 界面之下为加积型或前积型准层序组, 界面之上为退积型准层序组, 盆地相泥岩显著增加; 在古生物曲线上位于递减段, 反映此时可容空间显著增大, 盆地达到最大水进期。SB12 在地震上表现为平行反射结构; 在测井曲线上, 界面之下为前积型或加积型准层序组, 界面之上为退积型准层序组, 在古生物曲线上, 位于剧降段 (图 2)。SB17 界面之上为退积型准层序组, 界面之下为前积型准层序组; 在地震剖面上, 西部表现为上超。SB21 界面之下为前积型准层序组, 界面之上为加积型或退积型准层序组, 该界面标志依- 舒地堑下第三系沉积结束。其后可容空间的增大和减小在垂向上变化不大。

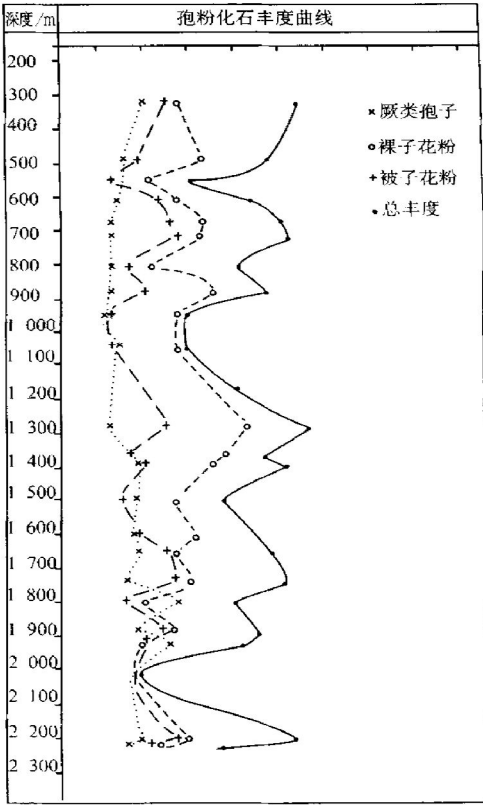


图 2 吉 1 井孢粉化石丰度曲线

Fig. 2 Abundance curve of sporopollen fossil for Ji No. 1 Well

根据地震反射终止上超点法及下口井详细的可容纳空间分析, 编制了依- 舒地堑下第三系基准面变化曲线 (图 3)。从基准面变化曲线可以看出,

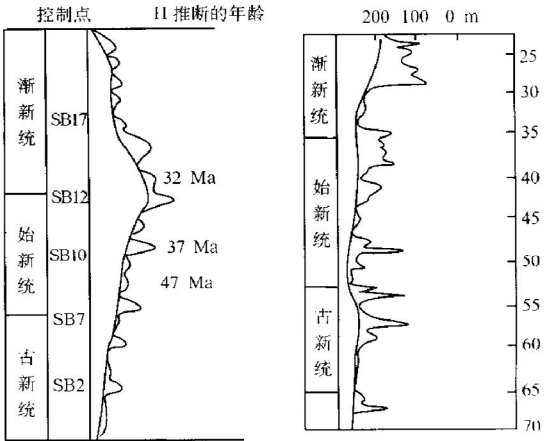


图 3 依- 舒地堑下第三系基准面及海平面变化曲线对比

Fig. 3 Paleogene base- level of Yi- Shu Graben and correlation of evolution curve of sea level

依- 舒地堑经历了 4 个可容空间大幅度变化旋回: SB1- SB10, SB10- SB12, SB12- SB17, SB17- SB21。这 4 个旋回对应 4 个长周期。将本区的基准面变化曲线和全球海平面升降曲线对比, 发现两者的趋势有一定相似性, 由于绝对海平面与基准面所选的参照位置不同, 以及依- 舒地堑构造沉降和沉积物

供给具有特殊性,因此二者还有一定差异。

2 层序地层模式

依-舒地堑经历了初始断陷期、强烈断陷期、稳定断陷期、萎缩期、消亡期 5 个演化阶段,母岩分布、古水流趋势、地层厚度、砂岩厚度、砂岩百分比、砂岩单层最大厚度、砂岩频数、泥岩颜色、重矿物平面分布、地震反射结构、构造发育史等综合分析表明,渐新世、始新世具有不同的沉积模式(图 4)。汤原断陷存在北部、南部、西部三大物源,深湖相沉积主要集中于达连河组及宝泉岭组中。方正断陷主物源方向有 3 个:一是方参 1、2 井方向的物源区;二是松花江断裂物源区;三是北部物源区。从新安村组至达连河组沉积时期,深湖相沉积边界逐渐向中心迁移。

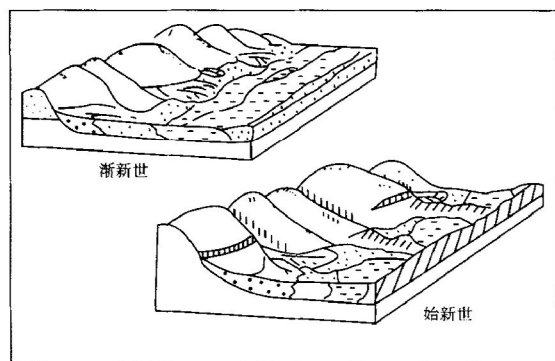


图 4 依-舒地堑古沉积模式

Fig. 4 Deposition model of Yi-Shu Graben

从沉积模式图可看出:断陷盆地的构造-沉积具连生关系,沉降中心与沉积中心吻合;断陷盆地的多物源、多中心及调整构造带的存在,必然造成烃源岩赋存层位的多变性,但总体上烃源岩主要赋存于强烈断陷期及初始断陷期(图 5)。

3 成藏预测

建立层序地层模式,除可以在沉积上起到对比

作用外,对于预测油气成藏规律也有很大益处^[3]。本区下第三系层序地层分析表明:体系域基本控制了储、盖层的发育与分布。储集层发育主要受低位体系域的水下扇、扇三角洲和高位体系域的滨浅湖砂坝控制。目前,本区已发现的产气层段及砂岩储集体多属上述两类。盖层发育主要受水进体系域的浅-半深湖沉积控制,其次受低位体系域和高位体系域的滨-浅湖沉积相控制。依-舒地堑汤原断陷、方正断陷主要试气井段主要分布于低位体系域,少量分布于高位体系域。

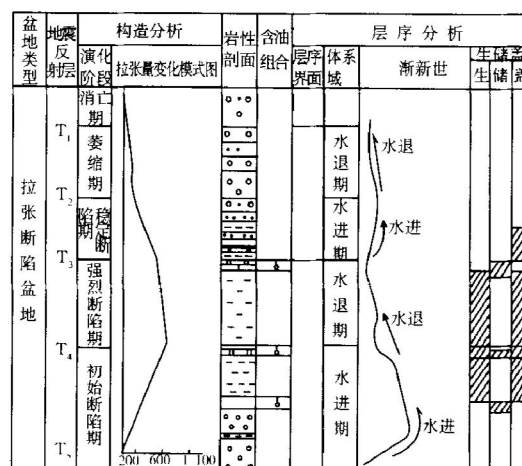


图 5 方正断陷构造-沉积与烃源岩分布关系图

Fig. 5 Correlation diagram for Fangzheng faulted-depression structure- deposition and distributin of hydrocarbon source rocks

参 考 文 献

- 1 陈守田,唐建人. 汤原断陷下第三系层序地层学探讨[J]. 长春科技大学学报, 2000, 30(4): 363~ 366
- 2 Wilgus C K, Posamentier H W, Hastings B S, et al. 层序地层学原理(海平面变化综合分析)[M]. 徐怀大,魏魁生,洪卫东,译. 北京:石油工业出版社, 1993. 1~ 515
- 3 魏魁生,崔早云,叶淑芬. 琼东南盆地高精度层序地层学研究[J]. 地球科学, 2001, 26(1): 59~ 66

ANALYSIS OF SEQUENCE STRATIGRAPHY OF EOGENE SYSTEM IN YI- SHU GRABEN

Chen Shoutian¹ Zhang Kemin¹ Wang Qinghai² Meng Qian³ Ren Yanguang³

(1. Geophysical Prospecting Company of Daqing Oil Administrative Bureau, Daqing, Helongjiang; 2. Exploration Branch of Daqing Oil Field Co. Ltd., Daqing; 3. Research Institute of Exploration and Development of Daqing Oil Field Co. Ltd., Daqing.)

Abstract: Yi-Shu graben had undergone two major development processes of early faulted-depression and late died-out. These processes could correspond to the stage of major tectonic evolution, forming 4 overlapping sequences and

20 sequences. A comprehensive analysis of the distribution of source rocks and the characteristics of palaeocurrent etc. indicates that there are 3 resource areas in the upright fault depression. From Xinancun Formation to Dalianhe Formation, sediments from the deep lake facies might have migrated gradually to the sediment center, causing gradually change of layer position of hydrocarbon rocks which existed in the stage of strong faulted- depression and early stage of faulted- depression. Oil and gas accumulations in Yi- Shu graben are mainly distributed in lowstand system tracts while only small amount of the accumulations distributed in highstand system tracts.

Key words: sequence stratigraphy; deposition model; hydrocarbon rock; oil and gas accumulation; Yi- Shu Graben

(上接 129 页)

- 5 陈文学, 姜在兴, 鲜本忠, 等. 层序地层学与隐蔽圈闭预测 —— 以河南泌阳凹陷为例[M]. 北京: 石油工业出版社, 2001
- 6 范代读, 邱桂强, 李从先, 等. 东营三角洲的古流向研究[J]. 石油学报, 2001, 20(1): 29~ 35
- 7 兰恒星, 李增学, 魏久传. 山东黄县早第三纪断陷盆地充填演

化动力学特征[J]. 煤田地质与勘探, 2000, 28(2): 6~ 11

- 8 郭金华, 张哲, 王柏轩. 内陆凹陷层序地层的关键界面及其有关问题 —— 以东营凹陷沙二段和沙三上亚段为例[J]. 地层学杂志, 2000, 24(1): 78~ 84
- 9 冯有良, 李思田, 解习农. 陆相断陷盆地层序形成动力学及层序地层模式[J]. 地学前缘, 2000, 7(3): 119~ 131

ORIGIN AND SEDIMENTARY SEQUENCE OF E_{s3} - E_{s2} IN SHAHEJIE FORMATION OF DONGYING DEPRESSION

Jiang Zaixing Yang Weili Cao Yingchang

(Petroleum Resource Department, Petroleum University (East China), Dongying)

Abstract: Member III- lower submember of Member II in Shahejie Formation of Dongying Depression can be divided into IIIthird- order sequences on the basis of seismic data, lithology and electric characteristics etc. The bottom of sequence (SSI) corresponds to the lower submember of Member III of Shahejie Formation, characterized by lowstand system tracts undeveloped, only lacustrine transgression system tracts and highstand system tracts developed, all of theses are controlled by the early tectonic subsidence and climate. Middle sequence (SS II) represents the mid- submember sedimentation of Member III in Shahejie Formation and has similar nature of the bottom sequence. SSI and SS II are all T- R cyclic sedimentation. Top sequence (SS III) representing sedimentation of the upper submember of Member III- lower submember of Member II in Shahejie Formation (forming Lowstand system tracts, water transgression system tracts and highstand system tracts) is a complete cycle. SSII was formed under the conditions of tectonic activity relatively weak, climate relatively dry and water supply insufficiently.

Key words: Shahejie Formation: sequence contact; sequence; origin; Dongying depression