

文章编号:1673-5005(2008)01-0001-04

济阳坳陷新近系层序地层构型

国景星¹, 刘媛²

(1. 中国石油大学 地球资源与信息学院, 山东 东营 257061; 2. 中国石油大学 资源与信息学院, 北京 102249)

摘要: 济阳坳陷新近系是重要含油气层位之一,但由于研究区内油气分布极不均衡,使得区内不同部位研究程度差异较大,缺乏整体性和系统性。根据沉积学、层序地层学基本理论以及地质、地球物理等资料,对全区进行了层序地层构型的系统研究。结果表明,研究区冲积-河流相地层的体系域构型包括 4 部分,即低位体系域、扩张体系域、高位体系域和收缩体系域。低位体系域主要发育冲积扇-辫状河沉积;扩张体系域发育辫状河向曲流河过渡沉积;高位体系域主要发育曲流河沉积,其泛滥平原亚相广泛分布;收缩体系域发育曲流河向辫状河过渡沉积。在不同沉积背景下,同一时期的相同类型体系域中发育的沉积类型及沉积体系不同,陡坡带发育冲积扇-辫状河体系,缓坡带发育小型扇及扇前洪泛平原-间歇河道体系。准层序组类型与经典层序地层学中的类型相似,但是其内部各准层序以正韵律为主。

关键词: 济阳坳陷; 新近系; 体系域; 基准面旋回; 辫状河; 曲流河

中图分类号: P 539.2

文献标识码: A

Model of sequence stratum of Neogene of Jiyang depression

GUO Jing-xing¹, LIU Yuan²

(1. Faculty of Geo-Resource and Information in China University of Petroleum, Dongying 257061,

Shandong Province, China;

2. School of Resource and Information Technology in China University of Petroleum, Beijing 102249, China)

Abstract: The Neogene is one of main target strata of oil and gas exploration in Jiyang depression. As the disproportion of oil and gas distribution, there is obvious disaccord of degree of exploration and researching between different areas. Synthetically investigating indicates that according to the principle of sedimentology and sequence stratigraphy, data of geology and geophysics, there are 4 types of system tracts in alluvial-fluvial facies: lowstand system tract, extension system tract, highstand system tract, contraction system tract in Jiyang depression. The model of sequence stratum of alluvial-fluvial facies was built. The types of sediment systems and facies were pointed out correspond to different system tracts, as following: alluvial-braided river facies in lowstand system tract; transition from braided river to meandering river in extension system tract; meandering river in the highstand system tract; transition from meandering river to braided river in the contraction system tract. In same period, there are different sedimentation type and depositional system in distinct depositional setting. There are alluvial fan and braided river in steep slope and small-size alluvial fan, bet lands and intermittent river channel in gentle slope. The type of parasequence sets is similar to classic sequence stratigraphy, and the parasequence mainly consists of positive rhythm.

Key words: Jiyang depression; Neogene; system tract; base-level cycles; braided river; meandering stream

20 世纪 80 年代末, P. R. Vail 等在地震地层学的基础上提出了层序地层学理论,其主要目的是建立年代地层格架,并在这个等时格架中分析地层分布型式,查清沉积体系、沉积环境和沉积相的空间配置关系。我国的油气资源主要赋存于陆相地层中,

因此人们开始尝试陆相湖盆地层中的层序地层学研究。关于冲积-河流相层序地层学研究,国内外学者均研究较少,而且多局限在近海区域或大单元的粗略分析和局部地区高分辨率层序地层学研究^[1-9]。笔者对济阳坳陷新近系冲积-河流相层序地层的构

收稿日期: 2007-06-27

基金项目: 胜利油田重点科技项目(52-2007-JS-0076-2007XH1933)

作者简介: 国景星(1963-),男(汉族),河北隆尧人,教授,博士,从事油气储层地质、油田开发地质的研究与教学工作。

型进行研究。

1 区域地质概况

济阳凹陷位于渤海湾盆地中南部,为渤海湾复式断块盆地内一个重要凹陷,面积约 26 500 km²。凹陷主要由 4 排凸起和 4 个主要凹陷组成,4 排凸起自西北向东南依次为埕子口凸起-庆云凸起、义和庄凸起-无棣凸起-宁津凸起、陈家庄凸起-滨县凸起、青城凸起-广饶凸起。凸起之间的凹陷自西南至东北依次为惠民凹陷、东营凹陷、车镇凹陷、沾化凹陷,并具有向“南西收敛,北东撒开”的帚状构造格局^[10]。

济阳凹陷新近系包括馆陶组 and 明化镇组,属河流-泛滥平原相为主的碎屑岩沉积,其中馆陶组的下部为块状砂砾岩,向上变为砂岩与泥岩不等厚互层;

明化镇组以泥质沉积为主夹透镜状砂岩,是浅层天然气良好的区域性盖层。

2 层序地层类型

馆陶组时期,整个渤海湾地区进入拗陷阶段,层序地层发育具有拗陷型演化模式特征。从层序边界形式上来看,馆陶组超覆于一切老地层之上,形成了馆陶组与下伏地层之间的角度不整合接触。不整合之下的凹陷区多为东营组,斜坡区多为沙河街组或孔店组,凸起区为奥陶系碳酸盐岩或前震旦系的花岗片麻岩等(图 1)。该不整合面分布广泛,属 I 型层序界面。明化镇组时期,沉积范围进一步扩大,与上覆馆陶组之间没有明显的沉积间断证据及不整合存在,属于连续沉积^[11]。

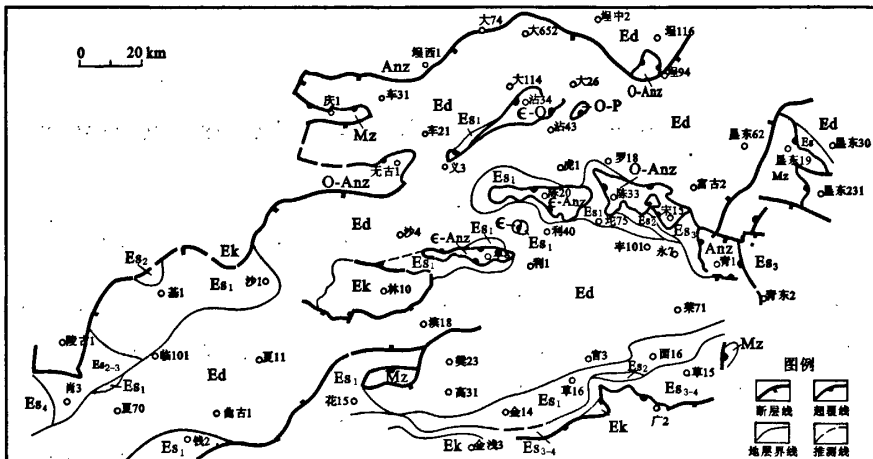


图 1 济阳凹陷新近系地质图

第四纪主要沉积河流相、洪积相夹海相地层,局部有火山喷发,与下伏明化镇组之间在拗陷内的绝大部分区域为连续沉积,未发现明显沉积间断。但是,在无棣凸起和林樊家凸起之间的阳信地区,明化镇组与第四系之间发育有不整合。由此可见,新近系与第四系之间属局部不整合接触,其间界面属 II 型层序界面,而新近系属于 I 型层序。

3 体系域构型

馆陶组沉积早-中期,拗陷内地形起伏较为明显,基准面位于地表附近并略有上升,沉积范围缓慢扩大,沉积特征上表现为纵向上相互叠置、横向上连片,分布较为广泛的冲积扇-辫状河砂(砾)岩体,表现为弱反射或空白地震反射特征,相当于海相层序地层中的低水位体系域。而且,该时期不同背景下各体系域中沉积组合各不相同,特别是在新近纪早-

中期,陡坡区发育一系列大-中型冲积扇,凹陷内以辫状河为主,构成了冲积扇-辫状河体系,如车镇凹陷、沾化凹陷(图 2)。

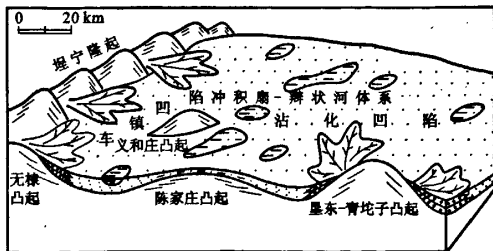


图 2 车镇-沾化凹陷新近纪早期沉积体系

在缓坡区,粗碎屑物质较少,以洪泛平原-间歇性河道沉积为主,局部发育小型冲积扇;在东营凹陷的东部,由于垦东-青坨子凸起和广饶凸起的存在,发育大型冲积扇。同时,由于四面环山,东营凹陷处

于相对封闭状态,主要发育扇前洪泛平原-间歇性河道沉积体系(图 3)。

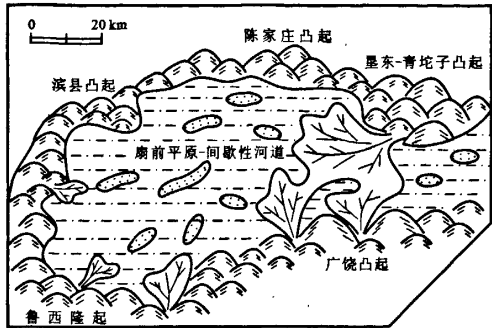


图 3 东营凹陷新近纪早期沉积体系

馆陶组沉积后期,随着基准面的上升,在较高可容空间背景下,河道砂体由较为发育逐渐转变为较少叠置,砂层厚度以中等为主,自下而上单砂岩厚度逐渐减薄、颗粒变细。地震反射表现为中等振幅、中等-弱连续的地震反射^[13],自然电位曲线多表现为砂泥互层,幅度自下而上逐渐降低,并以中等-低幅为主。河流类型由低弯度曲流河逐渐过渡为高弯度曲流河(图 4),相当于海相层序地层中的海侵体系域。

明化镇组沉积早期,在高可容空间背景下,河道砂体很少叠置,基本上表现为相对孤立状态,而且砂层厚度小、非均质性强,自然电位曲线表现为薄层中-低幅负异常与厚层块状的泥岩基线间互(图 4),相当于海相层序地层中的高水位体系域。

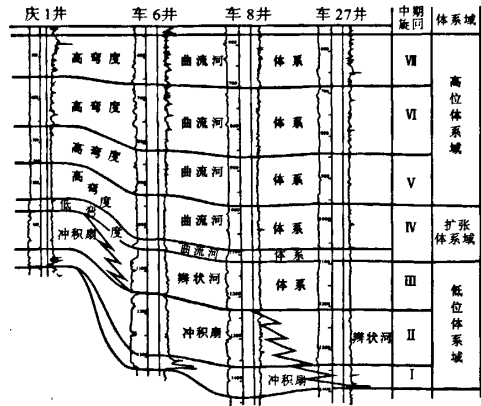


图 4 济阳拗陷陡坡带庆 1—车 27 井层序构成

明化镇组沉积后期,由于基准面下降,可容空间逐渐减小,粗碎屑沉积增多,不但砂层厚度较大而且砂体在平面上分布范围较高位体系域广,因而地震剖面上表现为中等振幅、中等连续反射,相当于海相

层序地层中的海退体系域。

由以上分析可以看出,冲积-河流相沉积的体系域构成类似于海相层序地层学,具有四分性特点;同时考虑到冲积-河流相层序地层发育特点,在体系域定名上,本研究倾向于借鉴陆相湖盆层序地层学中体系域的定名方法,定名为低位体系域、扩张体系域、高位体系域和收缩体系域。各体系域与冲积-河流环境下沉积相演化关系见图 5。

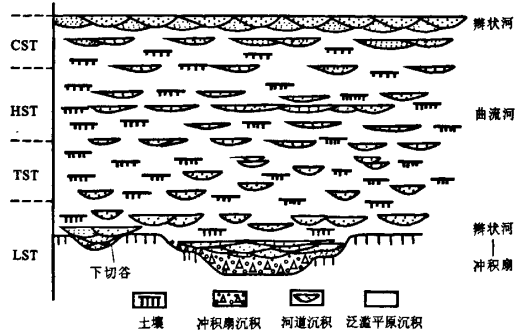


图 5 河流层序地层中的体系域及河流类型

4 中期基准面旋回与准层序组类型

Sangree 和 Vail 等^[14]将层序地层划分为超层序、层序、准层序等单元,其中的层序、准层序分别相当于长期和短期基准面旋回。在一个层序体内可划分出具有清晰叠加模式的若干准层序组,各准层序组相当于中期基准面旋回。

对于冲积-河流环境下形成的地层,中期基准面旋回的识别标志主要有河道下切作用形成的不整合或不协调的地震反射终止现象、地层剖面中的冲刷现象及其上覆滞留沉积物、砂岩或泥岩厚度的旋回性变化、短期旋回叠加样式等标志来识别。其中,由于地震剖面分辨率、岩心井数及分布等限制,尤以砂岩或泥岩厚度的旋回性变化、短期旋回叠加样式等标志应用更为广泛。

大规模侵蚀作用的存在代表着基准面较大幅度的下降,多期河道砂体间的相互切割与叠置反映其沉积接近基准面由降到升的转折位置。在此转折位置附近,随着基准面的上升,沉积了低可容空间下以河道砂体为主的短期旋回。因此,可以认为在低可容空间背景下形成的平面上分布较为广泛的以河道砂岩体为主的短期旋回代表了一个中期旋回的开始。

短期旋回的叠加样式是在中期基准面下降或上升的过程中,在大致相似的背景下形成的一套成因

上有联系的岩石组合,这些叠加模式或岩石组合常具有鲜明的测井响应。根据多口井的统计分析可以识别出3种类型的叠加模式^[15]。①垂向加积型:特征为每一短期旋回(或河流自旋回)与下伏旋回的厚度和砂泥比值基本不变,短期旋回或仅表现为上升半旋回,或为以上升半旋回为主构成的极不对称的升降旋回(图6),多出现于馆陶组沉积早期和明化镇组沉积早-中期;②退积型:一般表现为以上升半旋回为主的不对称升降型,而且每一个短期旋回与下伏旋回相比,厚度逐渐增大,砂泥比值变小,多出现于馆陶组沉积中-后期;③进积型:特征为各短期旋回自下而上厚度减小,砂泥比值增大,反映河流作用加强,主要分布于明化镇组沉积后期的坳陷外围。

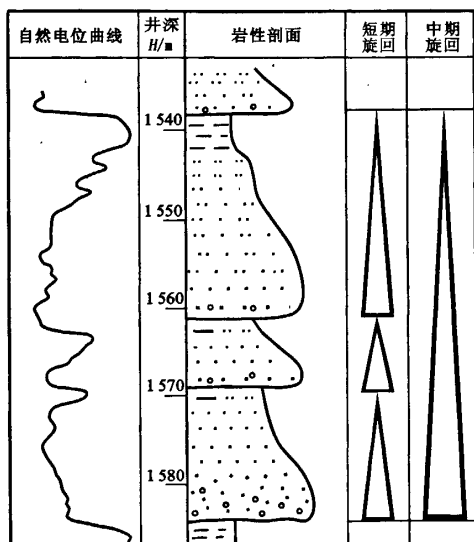


图6 临38-3井新近系中期旋回样式

在以上认识的基础上,对济阳坳陷内的820多口井的馆陶组和明化镇组进行了准层序组级别的层序划分与对比,共划分出10个准层序组,其中,下部的4个准层序组相当于馆陶组,上部的6个准层序组相当于明化镇组。

5 结论

(1)济阳坳陷新近系属I型层序,其中发育冲积-河流相沉积,体系域类型具四分性,即低位体系域、扩张体系域、高位体系域和收缩体系域。伴随着体系域类型的演化或转变,沉积体系及相类型也随之发生变化,其中,低位体系域主要发育冲积扇-辫状河沉积;扩张体系域由辫状河向曲流河过渡;高位

体系域主要发育曲流河沉积,泛滥平原亚相广泛分布;收缩体系域由曲流河向辫状河过渡。

(2)在不同沉积背景下,同一时期的相同类型体系域中发育的沉积类型及沉积体系不同,陡坡带发育冲积扇-辫状河体系,缓坡带发育小型扇及扇前洪泛平原-间歇河道体系。准层序组类型与经典层序地层学中类型相似,但是其内部各准层序以正韵律为主。

参考文献:

- [1] 魏魁生,徐怀大,雷怀玉,等.非海相层序地层学——以松辽盆地为例[M].北京:地质出版社,1996:6-45.
- [2] 纪友亮,张世奇.陆相断陷湖盆层序地层学[M].北京:石油工业出版社,1996:1-83.
- [3] AITKEN J F, FLINT S S. The application of high-resolution stratigraphy to fluvial: a case study from the upper Carboniferous Breathitt group, eastern Kentucky, USA [J]. Sedimentology, 1995,42:3-30.
- [4] BURNS B A, HELLER P L. Fluvial response in a sequence stratigraphic framework: example from the Montserrat fan delta, Spain [J]. Journal of Sedimentary Research, 1997,67(2):311-321.
- [5] WESCOTT W A. Geomorphic thresholds and complex response of fluvial system—some implication for sequence stratigraphy[J]. AAPG, 1993,77(7):1209-1218.
- [6] WRIGHT V P, MARRIOTT S B. The Sequence stratigraphy of fluvial depositional systems the role of floodplain sediment storage [J]. Sedimentary Geology, 1993,86:203-210.
- [7] OLSEN T, STEEL R, SKAR T, et al. Sequential architecture in a fluvial succession: sequence stratigraphy in the upper Cretaceous Mesaverde group, Price Canyon, Utah [J]. Journal of Sedimentary Research, 1995,65(2):265-280.
- [8] 陈波,陈恭洋,保吉成.港东油田二区一断块高分辨率层序地层[J].沉积学报,2000,18(2):264-267.
CHEN Bo, CHEN Gong-yang, BAO Ji-cheng. High-resolution sequence stratigraphy of the first fault block, the second area of Gangdong Oilfield [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2000,18(2):264-267.
- [9] 薛良清.层序地层学研究现状、方法与前景[J].石油勘探与开发,1995,22(5):8-13.
XUE Liang-qing. Current status, methodology, and future directions of sequence stratigraphy study [J]. Petroleum Exploration and Development, 1995,22(5):8-13.

(下转第18页)

并现存地层,可确定所处的沉积层段,并与标准剖面进行对比,可确定所缺失的层段。该方法是一种适用于残余沉积地层和油层细分对比的有效方法。

参考文献:

- [1] 张吉光. 海拉尔盆地构造特征与含油气探讨[J]. 大庆石油地质与开发, 1992, 11(1): 12-17.
ZHANG Ji-guang. Structural feature and hydrocarbon potential in Hailaer Basin[J]. Petroleum Geology & Oilfield Development in Daqing, 1992, 11(1): 12-17.
 - [2] 张吉光. 海拉尔盆地不整合的形成及其油气地质意义[J]. 大庆石油地质与开发, 2002, 21(5): 8-10.
ZHANG Ji-guang. The formation of unconformity and its oil/gas geological significance in Hailaer Basin[J]. Petroleum Geology & Oilfield Development in Daqing, 2002, 21(5): 8-10.
 - [3] 张吉光, 彭苏萍, 张宝玺, 等. 乌尔逊—贝尔斯陷油气藏类型及勘探方法探讨[J]. 石油勘探与开发, 2002, 29(3): 48-50.
ZHANG Ji-guang, PENG Su-ping, ZHANG Bao-xi, et al. The oil/gas reservoir types in Wuerxun-Beier faulted-down depression and their exploration methods[J]. Petroleum Exploration and Development, 2002, 29(3): 48-50.
 - [4] 尹微, 陈昭年, 许浩, 等. 贝尔凹陷不整合类型及剥蚀厚度恢复[J]. 中国矿业, 2006, 15(1): 79-81.
YIN Wei, CHEN Zhao-nian, XU Hao, et al. The types of unconformity and restoration of erosion thickness in Beier depression[J]. China Mining Magazine, 2006, 15(1): 79-81.
 - [5] HOWELL J A, FLINT S S. A model for high resolution sequence stratigraphy within extensional basins [G]//HOW J A, AITKEN J F. High resolution sequence stratigraphy: innovations and applications. London: Geological Society Special Publication 104, 1996: 129-137.
 - [6] SHANLEY K W, McCABE P J. Perspective on the sequence stratigraphy of continental strata [J]. AAPG Bulletin, 1994, 78(4): 544-568.
 - [7] 樊太亮, 李卫东. 层序地层应用于陆相油藏预测的实例[J]. 石油学报, 1999, 20(2): 12-17.
FAN Tai-liang, LI Wei-dong. A successful case on sequence stratigraphy applied to the prediction of non-marine oil reservoir [J]. Acta Petrolei Sinica, 1999, 20(2): 12-17.
 - [8] 邓宏文, 王红亮, 祝永军. 高分辨率层序地层学——原理及应用[M]. 北京: 地质出版社, 2002: 55-146.
 - [9] 王渝明, 许运新, 黄德利, 等. 陆相沉积地层油层对比方法[M]. 北京: 石油工业出版社, 2001: 37-64.
(编辑 刘艳荣)
-
- (上接第4页)
- [10] 胜利油田石油地质志编写组. 中国石油地质志(卷六)[M]. 北京: 石油工业出版社, 1993: 3-83.
 - [11] 姚益民, 梁鸿德, 蔡治国, 等. 中国油区第三系(IV)——渤海湾盆地油气区分册[M]. 北京: 石油工业出版社, 1994: 48-76.
 - [12] 戴启德, 国景星. 济阳坳陷新近系沉积体系研究[M]. 东营: 石油大学出版社, 2004: 23-128.
 - [13] 国景星, 戴启德, 王永诗, 等. 冲积—河流相层序地层学研究[J]. 石油大学学报: 自然科学版, 2003, 27(4): 15-19.
GUO Jing-xing, DAI Qi-de, WANG Yong-shi, et al. Study on alluvial-fluvial facies sequence stratigraphy [J]. Journal of the University of Petroleum, China (Edition of Natural Science), 2003, 27(4): 15-19.
 - [14] SANGREE J B, VAIL P R. 应用层序地层学[M]//张宏达, 宋国奇, 唐其升, 等. 译. 东营: 石油大学出版社, 1991: 17-37.
 - [15] 国景星. 陈家庄地区馆陶组高分辨率层序地层分析及沉积微相研究[J]. 石油大学学报: 自然科学版, 2005, 29(2): 1-5.
GUO Jing-xing. Analysis of high-resolution sequence stratigraphy and sedimentary microfacies of Guantao formation in Chenjiazhuang area[J]. Journal of the University of Petroleum, China (Edition of Natural Science), 2005, 29(2): 1-5.
(编辑 刘艳荣)