

文章编号: 1009-3850(2008)03-0046-06

箕状断陷湖盆缓坡带层序地层格架内成岩特征研究 —以东营凹陷南部缓坡带沙河街组为例

董永志¹, 田景春², 张世平¹, 谭先锋², 孟万斌²

(1. 河南省地矿局第二水文地质工程地质队, 河南 郑州 450000 2 成都理工大学 油气藏地质与开发工程国家重点实验室, 四川 成都 610059)

摘要: 东营凹陷在沙河街组沉积期为北陡南缓的箕状断陷湖盆。通过钻井岩心、测井、薄片及扫描电镜分析, 在断陷湖盆的南缓坡带古近系沙河街组中识别出了冲积扇、河流、三角洲和湖泊沉积体系, 以及滨浅湖砂坝和缓坡远端浊积扇沉积相。建立了东营凹陷南部缓坡带层序地层格架及层序演化模式。在此基础上, 详细研究了层序地层格架内的成岩作用特征。层序地层格架内主要成岩作用类型有压实作用、压溶作用、溶解作用等, 成岩阶段为早成岩 A B 期, 晚成岩 A B 期。层序地层格架内发育了碳酸盐胶结、石英次生加大、高岭石胶结和泥岩压实四种成岩相。

关键词: 箕状断陷; 缓坡带; 层序地层格架; 成岩作用; 成岩阶段; 成岩相

中图分类号: TE121.3 文献标识码: A

近年来, 对层序地层与成岩作用关系的研究越来越受到广大学者的重视。本文以东营凹陷缓坡带为研究对象, 在前人研究的基础上^[1-8], 详细研究了箕状断陷湖盆缓坡带沉积体系类型和层序地层格架, 并深入研究层序地层格架内的成岩作用类型和成岩相特征。东营凹陷南部缓坡带是指广饶凸起、鲁西隆起以北, 牛庄凹陷、博兴凹陷以南, 青坨子凸起以西, 青城凸起以东的地区(图 1)。南部缓坡带由于地形高差较小, 地形起伏较小, 在沙河街组沉积期发育了河流三角洲、滩坝及碳酸盐岩沉积。在沙河街组成岩演化过程中, 不同层序内成岩作用特征、成岩序列及成岩相不同。详细研究对南部缓坡带层序与成岩关系的研究, 对于本区的油气勘探有重要的指导意义。

1 缓坡带内沉积体系和沉积相构成

通过钻井岩心、测井、薄片鉴定等分析, 南部缓

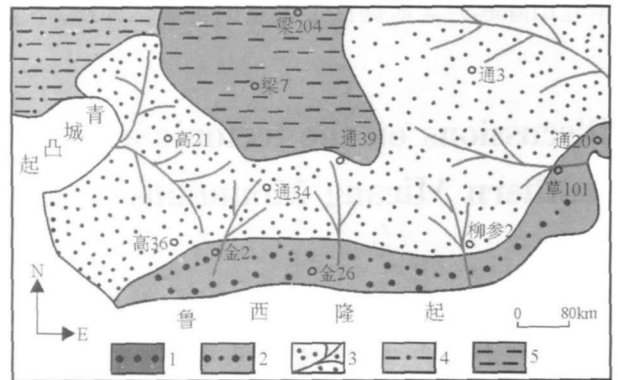


图 1 东营凹陷南部缓坡带沙三上沉积体系展布
Fig 1 Distribution of the depositional systems in the upper part of the third member of the Shahejie Formation in the southern ramp zone of the Dongying depression
1= alluvial fan 2= river 3= delta 4= littoral and shallow lake 5= abyssal-bathyal lake

收稿日期: 2008-08-16 改回日期: 2008-08-29

作者简介: 董永志 (1981-), 男, 工程师, 主要从事水工环及矿产地质勘查评价工作

坡带在沙河街组沉积期主要发育有冲积扇、河流、三角洲和湖泊六种沉积体系^[1],以及滨浅湖砂坝和缓坡远端浊积扇沉积相。其中,冲积扇主要发育在沙四和沙三时期,孔店末期盆地普遍抬升,从而在盆地边缘形成了冲积扇,主要分布在青城凸起东南侧和广饶凸起北缘。河流沉积主要发育于沙三段和沙二段时期,主要分布在靠盆地边缘,向盆地推进,沙二段末期河流沉积已经相当发育。南缓坡三角洲砂体主要发育于沙三中-沙二段,成因类型包括两种类型:①辫状河三角洲砂体,如金家辫状河三角洲,草104三角洲等;②曲流河三角洲是东营复合三角洲的组成部分,南起广饶凸起北侧向北推进与东部的三角洲组成复合体。在南缓坡以曲流河三角洲砂体为主要类型。滨浅湖砂坝在研究区南缓坡沙河街组不同沉积期均有发育,为三角洲砂体经湖浪、湖流的淘洗和搬运在滨浅湖地区形成的坝状砂体;缓坡远端浊积扇主要发育在沙三段,由于东营凹陷沙三段形成于湖盆深陷期和扩张期。此时在广阔的深湖区形成了各种样式的浊积砂体。总之东营凹陷南部缓坡带受断陷作用的影响,发育冲积扇、河流扇三角洲和湖泊四种沉积体系,以及滨浅湖砂坝和远端浊积扇两种沉积相。

2 缓坡带层序地层格架

2.1 层序界面特征及层序划分

通过钻井岩性、电测曲线和地震反射标志等资料的研究,识别出东营凹陷南部缓坡带沙河街组二级和三级层序界面,其中属于二级层序界面的有

E_3^4 与 E_3^3 之间的界面(T_7), E_3^3 与 E_3^2 之间的界面(T_6)及 E_3^2 与 E_3^1 之间的层序界面(T_3);属于三级层序界面的有 E_3^4 与 E_3^3 之间的层序界面, E_3^3 与 E_3^2 之间界面及 E_3^2 与 E_3^1 之间的界面。不同界面在地震反射上分别表现为上超、顶超和削截等。

根据各级地震层序界面,以及钻-测井剖面上转换面的识别,在东营凹陷南部缓坡带沙河街组中划分出3个长期旋回(图2)和6个中期旋回。长期旋回分别为沙四旋回,沙三-沙二下旋回和沙二上-东营组旋回。6个中期旋回,分别为SQ1(对应于 S_4^1),SQ2(对应于 S_4^2),SQ3(对应于 S_3^1),SQ4(对应于 S_3^2),SQ5(对应于 S_2^1 - S_2^2),SQ6(对应于 S_1^1 - S_1^2)。关于各层序的特征限于篇幅在此不赘述。

2.3 层序地层格架

在层序界面以及层序划分的基础上,通过钻井对比建立了东营凹陷南部缓坡带沙河街组层序地层格架(图3),凹陷南部缓坡带受同沉积断层的影响,从盆地边缘一向盆地方向依次发育冲积扇—河流—三角洲—滨浅湖滩坝—远端浊积扇—湖泊沉积。同时,在沙河街组沉积时期发生了3次大的湖平面上升,最大洪泛面(MFS)附近发育了大套暗色泥岩,为区域性盖层。次级洪泛面(LFS)发育有6次,为局部性油气掩盖层。层序界面(SB)附近砂体发育,为较好的储层。综上可知,东营凹陷南部缓坡带三次洪泛面(MFS)、6次次级洪泛面(LFS)和7个层序界面(SB)的发育决定了层序地层格架,并控制了研究

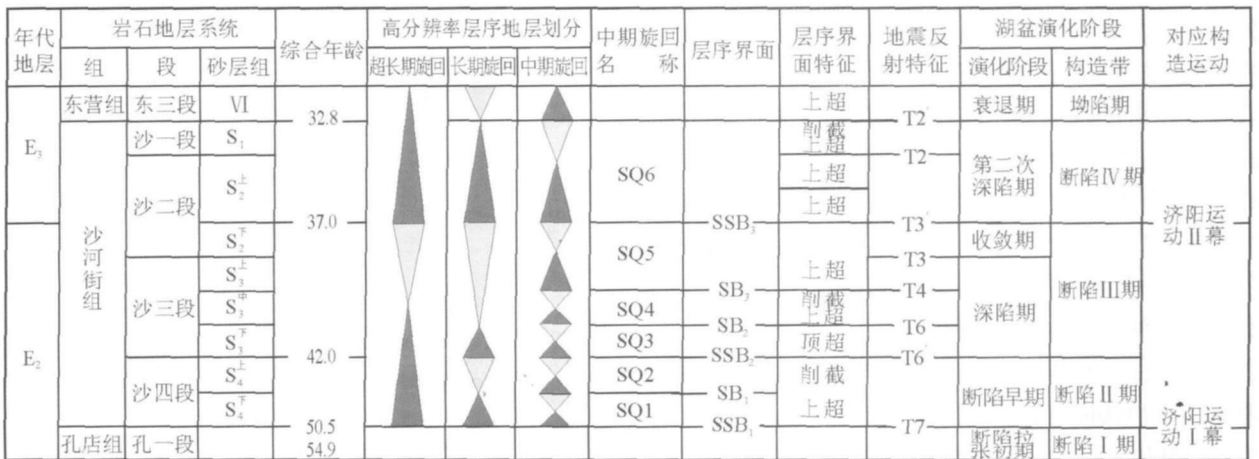


图2 东营凹陷南部缓坡带层序划分

Fig 2 Sequence division in the southern ramp zone of the Dongying depression

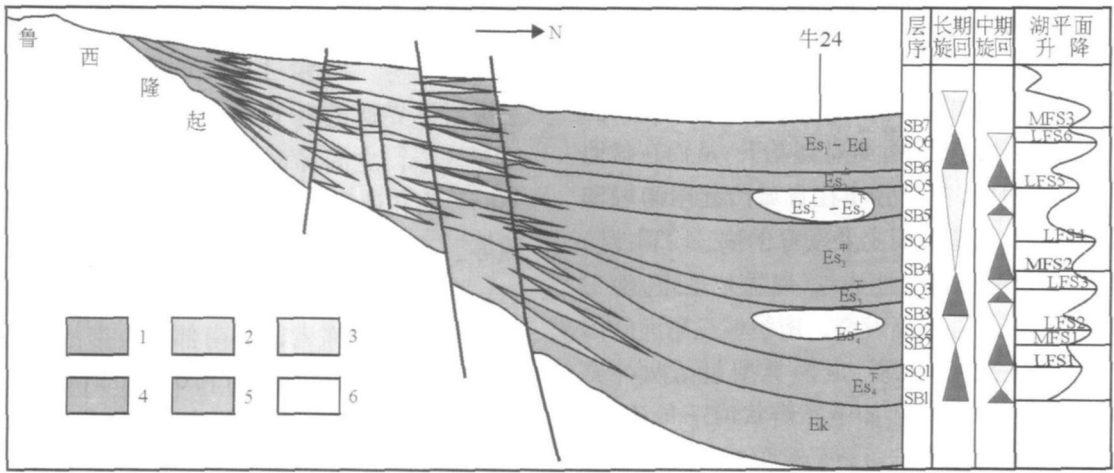


图 3 东营凹陷缓坡带层序地层格架及沉积模式图

1 冲积扇; 2 河流; 3 三角洲; 4 滨浅湖; 5 远端浊积扇; 6 滨浅湖砂坝

Fig. 3 Sequence stratigraphic framework and sedimentary model for the southern ramp zone of the Dongying depression

1= alluvial fan 2= river 3= delta 4= littoral and shallow lake 5= distal turbidite fan 6= littoral and shallow lake sandbar

区的油气成藏的储盖组合。

3 缓坡带层序地层格架内成岩作用特征

3.1 成岩特征

南部缓坡带在沙河街组成岩演化过程中,发育了各种成岩作用类型,主要有压实压溶作用、胶结作用和溶蚀作用等。其中压实作用在南部缓坡带表现不十分突出,颗粒之间接触关系为点接触关系。压实作用降低了岩石的孔隙度和渗透率,对岩石孔隙度的影响较大(图4)。

胶结作用以钙质、增生石英及泥质粘土矿物胶结为主,有少量的菱铁矿、黄铁矿等自生矿物。石英次生加大发育在缓坡带扇三角洲前缘和冲积扇扇中。碳酸盐胶结主要为方解石胶结和铁碳酸盐胶,结通常分布在扇三角洲前缘和近岸水下扇的扇中水道。碳酸盐分布限于 800~1600m 之间,含量也较低,平均为 5%,大多是次生成因。粘土矿物胶结作用主要有高岭石、伊利石、蒙脱石、伊蒙混层和绿泥石胶结作用,对伊蒙混层随深度增加不断减小,大量转化的深度(1400m)较北部陡坡带大;在此深度之上基本保持在 80%,之下减少较快。伊蒙混层比埋深小于 1300m 时,变化不大,大于 1300m 时变化较快,由 1300m 的平均含量 80% 左右减至 1400m 时的 60% 左右。而伊利石不断增大,并比北部陡坡带变化快,由 800m 附近的 10% 增至 1400m 的 40%,伊利石是次生矿物。绿泥石在 800m 附近含量为 3%,至 1200m 迅速变为 8%。高岭石在 800~1400m 处含量

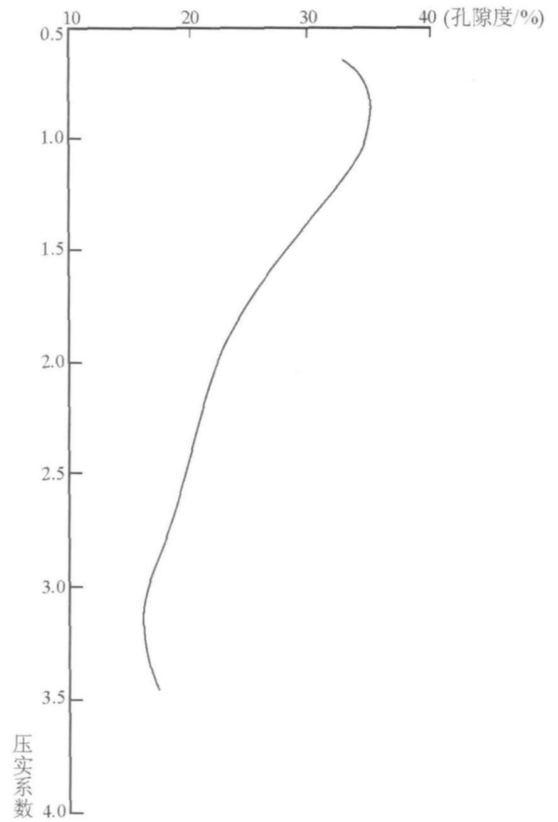


图 4 东营凹陷南部缓坡带压实作用与孔隙变化关系图

Fig. 4 Compaction vs. porosity in the southern ramp zone of the Dongying depression

较高。

3.2 成岩序列

根据上述成岩作用特征及古地温、R₀孔隙类型及孔隙度演化,可将南部缓坡带层序格架内的成

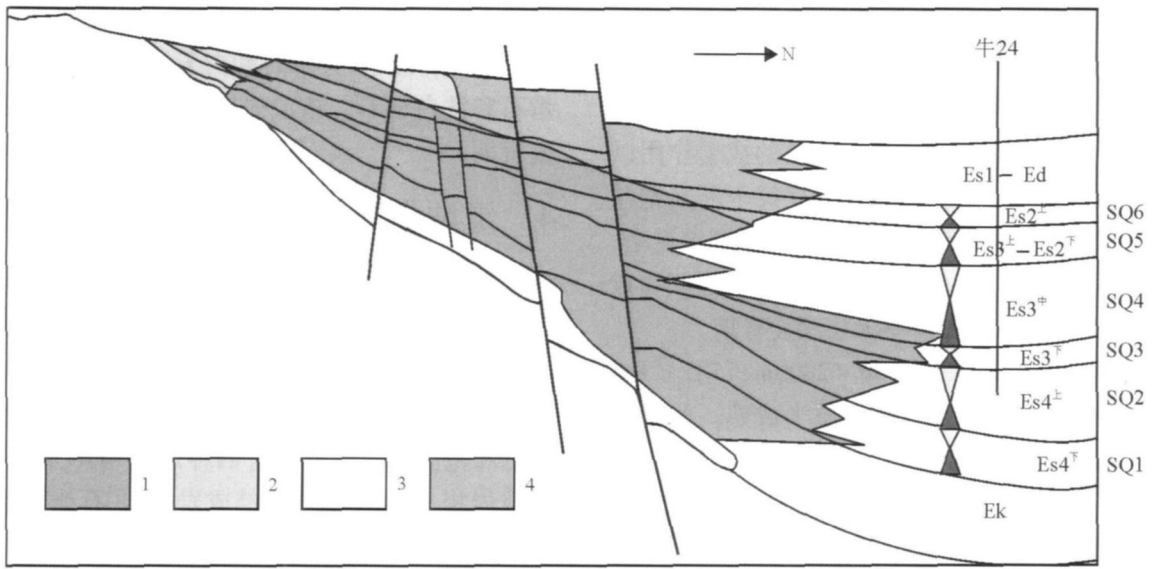


图 6 东营凹陷南部缓坡带成岩相构型模式

1 高岭石胶结成岩相; 2 石英次生加大成岩相; 3 泥岩压实成岩相; 4 碳酸盐胶结成岩相

Fig 6 Model for the diagenetic facies in the southern ramp zone of the Dongying depression

1 = kaolinite cementation facies; 2 = quartz secondary enlargement facies; 3 = mudstone compaction facies; 4 = carbonate cementation facies

3个长期旋回和 6个中期旋回(图 2)。长期旋回分别为沙四旋回, 沙三 沙二下旋回和沙二上 东营组旋回。6个中期旋回, 分别为 SQ1(对应于 $\$^{\bar{1}}$), SQ2(对应于 $\$^{\bar{2}}$), SQ3(对应于 $\$^{\bar{3}}$), SQ4(对应于 $\$^{\bar{4}}$), SQ5(对应于 $\$^{\bar{5}}$), SQ6(对应于 $\$^{\bar{6}}$)。

(3)南部缓坡带在沙河街组成岩演化过程中, 发育了压实压溶作用、胶结作用和溶蚀作用等。成岩作用阶段划分为早成岩 A期和 B期、晚成岩 A期和 B期。

(4)层序地层格架内主要发育有高岭石胶结成岩相, 碳酸盐岩胶结成岩相, 石英次生加大成岩相和泥岩压实成岩相。不同成岩相在不同层序中发育特征不同。

参考文献:

- [1] 田景春, 陈学华, 侯明才, 等. 箕状断陷湖盆缓坡带储集砂体特征、演化及控制因素[J]. 地球学报, 2004, 25(3): 331- 336.
- [2] 徐安娜, 郑红菊, 董月霞, 等. 南堡凹陷东营组层序地层格架及沉积相预测[J]. 石油勘探与开发, 2006, 33(4): 437- 443.
- [3] 陈永娇, 于兴河, 周新桂, 等. 东营凹陷各构造区带下第三系成岩演化与次生孔隙发育规律研究[J]. 天然气地球科学, 2004 15(1): 68- 73.
- [4] 马丽娟, 解习农, 任建业. 东营凹陷古构造对下第三系储集体的控制作用[J]. 石油勘探与开发, 2002, 29(2): 64- 66.
- [5] 邱桂强. 东营凹陷古近系成岩层序特征与储集差异性分析[J]. 沉积学报, 2007, 25(6): 915- 922.
- [6] 田景春. 箕状断陷湖盆陡坡带砂体特征、演化及控制因素[J]. 矿物岩石, 2001, 21(3): 56- 63.
- [7] 吴李泉, 曹代勇, 郝银全, 等. 东营凹陷北部陡坡带断层应力封闭研究[J]. 中国矿业大学学报, 2006, 35(3): 414- 418.
- [8] 徐晓晖, 许建华, 谢远军, 等. 东营凹陷北部陡坡带西段水下扇体储集层特征[J]. 沉积与特提斯地质, 2003, 23(1): 84- 88.

Diagenesis within the sequence stratigraphic framework in the ramp zone of the half graben fault lake basin: An example from the Shahejie Formation in the southern ramp zone of the Dongying depression, Shandong

DONG Yong-zhi¹, TIAN Jing-chun², ZHANG Shi-ping¹, TAN Xian-feng², MENG Wan-bi²

(1. No.2 Hydrogeological and Engineering Geological Party, Henan Bureau of Geology and Mineral Resources, Zhengzhou 450000, Henan, China; 2. State Key Laboratory of Oil and Gas Reservoir Geology and Exploitation, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, Sichuan, China)

Abstract: The Dongying depression was once a half graben fault lake basin being steep in the north and gentle in the south during the deposition of the Shahejie Formation. The studies of cores, well logs, thin sections and SEM result in the recognition of the alluvial fan, river delta, littoral and shallow lacustrine sandbar, distal turbidite fan and lacustrine depositional systems in the Palaeogene Shahejie Formation in the southern ramp zone of the Dongying depression, and construction of the sequence stratigraphic framework and its evolutionary model for the southern ramp zone of the Dongying depression. The emphasis is laid on the diagenesis within the sequence stratigraphic framework, including compaction, pressure solution and dissolution. The diagenetic stages contain Stages A and B of the early diagenesis, and Stages A and B of the late diagenesis. The diagenetic facies consist of carbonate cementation, quartz secondary enlargement, kaolinite cementation and mudstone compaction diagenetic facies.

Key words: half graben depression, ramp, sequence stratigraphic framework, diagenesis, diagenetic stage, diagenetic facies