

文章编号: 1009-3850(2015)02-0016-06

新北油田北部馆陶组上段沉积演化

邹娟¹, 戴俊生¹, 冀国盛¹, 吉文辉², 田博³

(1. 中国石油大学 地球科学与技术学院, 山东 青岛 266580; 2. 中国石化江苏油田试采一厂, 江苏 江都 225200; 3. 中海石油(中国)有限公司湛江分公司, 广东 湛江 524057)

摘要: 新北油田北部凹陷众多, 成藏条件比较复杂, 尤其是馆陶组上段。通过对岩心录井、测井曲线特征等分析, 结合前人研究, 对新北油田北部馆陶组上段沉积地层进行了重新划分, 将前3个砂层组划分为12个小层, 研究其地层发育特征。并以单井沉积相分析为基础, 对新北油田北部馆陶组上段沉积相进行重新分析, 认为该段为三角洲平原亚相, 物源来自北东方向, 主要发育分流河道、分流间湾、天然堤、决口扇等微相。在馆陶组上段沉积时期, 沉积环境整体较稳定, 沉积相展布变化不大, 仅第二砂层组沉积时期, 水体相对较动荡, 砂体量、分流河道走向多变。

关键词: 新北油田; 馆陶组上段; 三角洲平原沉积亚相; 沉积演化

中图分类号: P512.2

文献标识码: A

新北油田隶属胜利油田, 位于垦东地区黄河入海口处的滩涂地带及水深0~15m极浅海水域, 北、东两面环海, 西临孤东油田、南接新滩油田。构造上位于垦东凸起北部斜坡带^[1-2](图1), 先后经历了中生代潜山发育期、古近纪潜山改造期及新近纪潜山定型与披覆期等演化阶段^[3-5]。本区凹陷众多, 油源充足, 成藏条件比较复杂, 其中垦东地区馆陶组上段是主要的含油层系, 早期研究多认为该段为河流相^[6]。笔者对新北油田北部垦东34、垦东34A、垦东34B、垦东34C、垦东34I、垦东34J等井所在地区进行进一步地层对比, 结合单井相、连井剖面分析重新确定馆陶组上段沉积类型, 认为其特征属于三角洲平原亚相沉积环境。划分出各类沉积微相, 并对沉积微相特征进行研究, 为该区块的下一步勘探、开发提供有利的地质依据。

1 地层发育特征

根据岩心观察、电性、含油性对比特征, 按照次一级沉积旋回划分了砂层组^[7]。以砂岩集中发育程



图1 新北油田北部构造格局

Fig. 1 Tectonic setting of northern Xinbei Oil Field

度和沉积旋回为基础, 新北油田北部馆陶组砂层组以两段砂泥岩互层之间发育的厚层泥岩为边界。

收稿日期: 2014-06-11; 改回日期: 2014-06-20

作者简介: 邹娟(1987-), 女, 博士研究生, 主要从事油区构造解析、构造应力场研究。E-mail: zoujuan2012@yeah.net

资助项目: 国家重大科技专项(2011ZX05011-001)

根据泥岩标志层、标准层将馆陶组划分出馆上段和馆下段,其中馆上段划分为 5 个砂层组。由于工区内多数井未钻穿馆上段,划分过程中重点考虑前 3 个砂层组。

在砂层组划分的基础上,考虑不同时期的沉积体系变化,按沉积韵律变化特征又可细分为小层。小层厚度变化主要考虑邻井间的对比关系,砂体的对比尽量不劈层。选择重点井垦东 34 井、垦东 341 井、垦东 344 井将馆陶组上段前 3 个砂层组进行划分,其中一砂层组划分为 Ng^{1-1} 、 Ng^{1-2} 、 Ng^{1-3} 、 Ng^{1-4} 、 Ng^{1-5} 共 5 个小层。 Ng^{1-1} 小层,在研究区东部及南部分布粉砂岩,厚度 0~3m,东部砂体相对较厚; Ng^{1-2} 、 Ng^{1-3} 小层,砂体分布都比较散,地层厚度多 < 2m; Ng^{1-4} 小层砂体分布不连续且较薄; Ng^{1-5} 小层砂体主

要分布在中南部且砂体连续,一般厚度 < 6m。二砂层组分为 Ng^{2-1} 、 Ng^{2-2} 、 Ng^{2-3} 、 Ng^{2-4} 共 4 个小层。 Ng^{2-1} 小层,砂体较少,一般厚度 0~2m; Ng^{2-2} 小层,砂体分布很广,整个研究区内几乎被砂体覆盖,厚度变化大,厚度范围 2~12m; Ng^{2-3} 小层,研究区东部砂体连续分布,南部砂体不连续,一般厚度 0~5m,南部砂体较厚,最厚 12m; Ng^{2-4} 小层,砂体分布范围广,厚度变化大,东部砂体较厚,最厚可达 12m。三砂层组分为 Ng^{3-1} 、 Ng^{3-2} 、 Ng^{3-3} 共 3 个小层。 Ng^{3-1} 小层,研究区内东部、西部砂体分别连续分布,东部砂体相对于西部砂体较厚; Ng^{3-2} 小层,研究区内砂体不连续分布,北部砂体相对较薄; Ng^{3-3} 小层,砂体主要为粉砂岩,不连续分布(表 1)。

表 1 馆陶组上段前 3 砂层组地层划分

Table 1 Stratigraphic division of the first three sand sets in the upper member of the Guantao Formation

层位	砂层组	小层	KD34 地层厚度(m)	KD341 地层厚度(m)	KD344 地层厚度(m)
馆陶组上段	Ng1	Ng^{1-1} 、 Ng^{1-2} 、 Ng^{1-3} 、 Ng^{1-4} 、 Ng^{1-5}	52	50	46
	Ng2	Ng^{2-1} 、 Ng^{2-2} 、 Ng^{2-3} 、 Ng^{2-4}	60	62	61
	Ng3	Ng^{3-1} 、 Ng^{3-2} 、 Ng^{3-3}	47	44	37

如 KD34-KD34A-1-KD34A-7-KD34B-6-KD34B-1-KD34B-4-KD34C-1 对比剖面(图 1),方向为北东-南西向。从剖面上可以看出,馆陶组上段的 3 个砂层组都有发育,其中二砂层组砂体在研究区分布范围较大,连续性较好,尤其是二砂层组第 2 小层,整

体连续。二砂层组砂体内部在 KD34A-7、KD34B-6 井处存在薄层泥岩隔层,向两侧尖灭,一、三砂组砂体沉积主要集中在西南部 KD34、KD34A-1 井,连续性较差,向北东方向常发生尖灭,多以泥岩沉积为主。

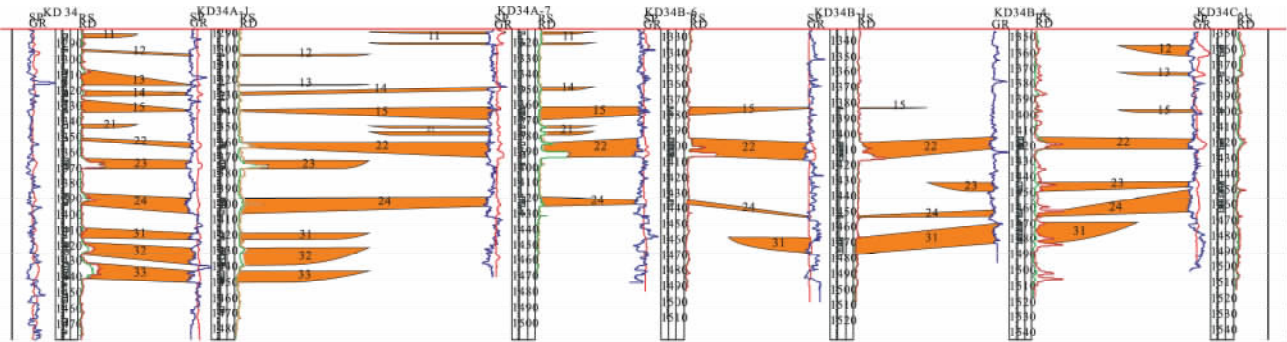


图 2 KD34-KD34A-1-KD34A-7-KD34B-6-KD34B-1-KD34B-4-KD34C-1 井地层对比剖面

Fig. 2 Stratigraphic correlation for the wells KD34, KD34A-1, KD34A-7, KD34B-6, KD34B-1, KD34B-4 and KD34C-1

2 沉积相类型及特征

通过研究沉积构造特征和沉积环境在测井曲线上的响应特征,再结合前人的研究来确定沉积相类型。研究区常见平行层理、交错层理、波状层理、块状层理和水平层理和层面构造等,不同的层理构

造代表不同的沉积背景。水动力较强的分流河道和决口扇等沉积常见交错层理、块状层理和波状层理等,而水平层理常发育于分流间湾沉积^[8-9]。如垦东 34 井含油细砂岩中可见平行层理和板状交错层理等。而在测井曲线中,一般常用曲线的幅度、形态以及上下组合关系来判断沉积环境。

新北油田馆陶组上段发育三角洲平原亚相沉积环境,其沉积微相主要有分流河道、天然堤、决口扇和分流间湾等^[10]。其中分流河道微相在底部含有泥砾,并发育轻微的剥蚀。河道中部岩性主要为砂岩和细砂岩,顶部主要发育砂泥岩互层,岩石粒度较细,以粉砂岩为主,发育块状层理和交错层理等沉积构造类型。在测井曲线上表现为具中幅微齿的箱型或钟型曲线,上部细齿化,底部有突变和渐变两种,自然伽马、自然电位曲线幅度变化较大。决口扇在岩性上主要是细、粉砂岩,也含油中砂岩,一般表现为正粒序。砂岩体常夹于泥岩之间,并且厚度较薄,多在1.5~3m之间。在沉积岩层中可见小型交错层理、砂纹爬升层理。在测井曲线上常表现为漏斗型或齿化漏斗型、反韵律尖指状, RD与RS相差小,也可为中低幅钟型^[11]。分流间湾在岩性上表现为紫红色、棕红色厚层泥岩、粉砂质泥岩与薄层的泥质粉砂岩互层。泥岩层中可发育块状层理,厚度一般为数米至十余米不等。粉砂岩层常见水平层理,厚度多小于1m。在测井曲线上常呈现微齿状的低平线性^[12,13]。天然堤在岩性上是薄层砂泥岩互层,沉积的泥岩一般有紫红色和灰绿色等。可见沙纹交错层理及波纹层理、变形层理等,在测井曲线上一般为指状或钟形,幅度较小^[14](图3)。

沉积环境		测井相					曲线特征	岩性特征
三角洲平原亚相	分流河道	GR	SP	KD344	RS	RD	具中幅微齿的箱型或钟型曲线,上部细齿化,底部有突变和渐变两种	泥岩、粉砂质泥岩
	决口扇	GR	SP	KD341	RS	RD	曲线呈漏斗形或齿化漏斗形,反韵律尖指状,也可为中低幅钟形	由细、粉砂岩组成,单砂体夹于泥岩和粉砂质泥岩之间
	分流间湾	GR	SP	KD341	RS	RD	电测曲线呈低平的线性,齿化较明显	为紫红色、棕红色厚层状泥岩、粉砂质泥岩夹泥质粉砂岩
	天然堤	GR	SP	KD344	RS	RD	曲线呈指形或齿化钟形,幅度差	表现为薄层砂泥岩互层,泥岩颜色有紫红色、灰绿色等

图3 新北油田馆陶组上段沉积微相在测井曲线上响应特征

Fig. 3 Responses of the well logs to the sedimentary microfacies in the upper member of the Guantao Formation in northern Xinbei Oil Field

如 KD341 井馆陶组上段三砂层组(1471~1427m)厚度约44m,底部为灰色泥质粉砂岩,厚度14.3m左右,为三角洲平原亚相分流河道微相。向上为厚29m的大套灰色泥岩,中间夹杂薄层的灰色

泥质粉砂岩, SP曲线上表现为泥岩基线,为三角洲平原亚相中的分流间湾沉积。二砂层组(1427~1365m)厚度约62m,整体表现为3套下粗上细的正旋回,为三角洲分流河道、决口扇微相与分流间湾在垂向上的叠置。最底部为厚3m的粉砂岩,含油级别为荧光, SP曲线为钟形,为三角洲分流河道微相。向上过渡为泥岩,厚层灰色泥岩之上为灰色油浸粉砂岩,厚度较小。SP曲线呈漏斗型, RD与RS相差小,发育三角洲决口扇沉积。1391.4~1365m沉积段底部为厚约4.7m的灰色油浸粉砂岩,为三角洲平原分流河道微相。向上为厚层灰色泥岩,是三角洲平原分流间湾沉积环境。一砂层组(1365~1315m)厚度约50m,底部为大套厚层泥岩,发育三角洲分流间湾。向上依次为厚约10m的灰绿色泥质粉砂岩和10m厚的棕红色泥岩,分别为三角洲分流河道、分流间湾沉积。再向上为发育薄层灰绿色泥质粉砂岩的决口扇沉积和分流间湾沉积(图4)。

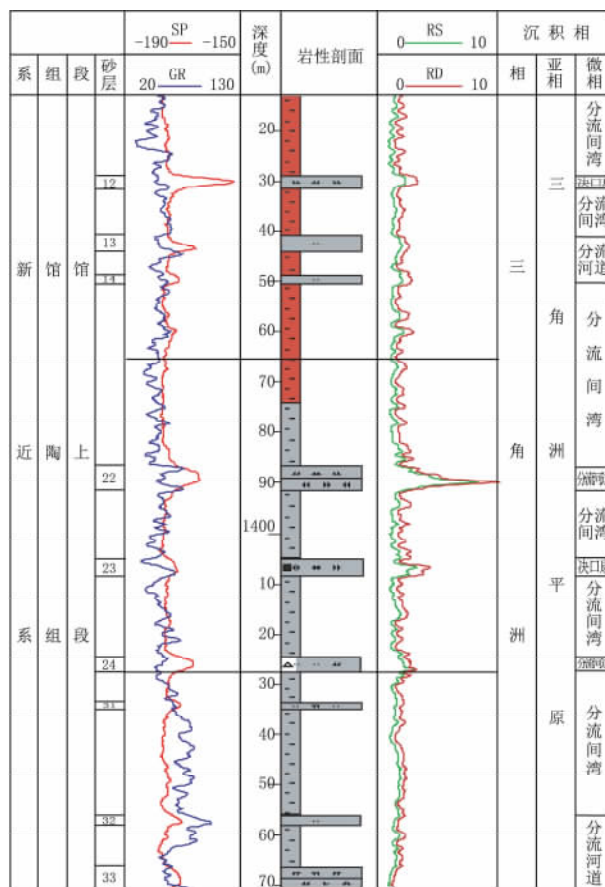


图4 KD341 井单井相分析

Fig. 4 Single well facies analysis for the KD341 well

3 沉积演化特征

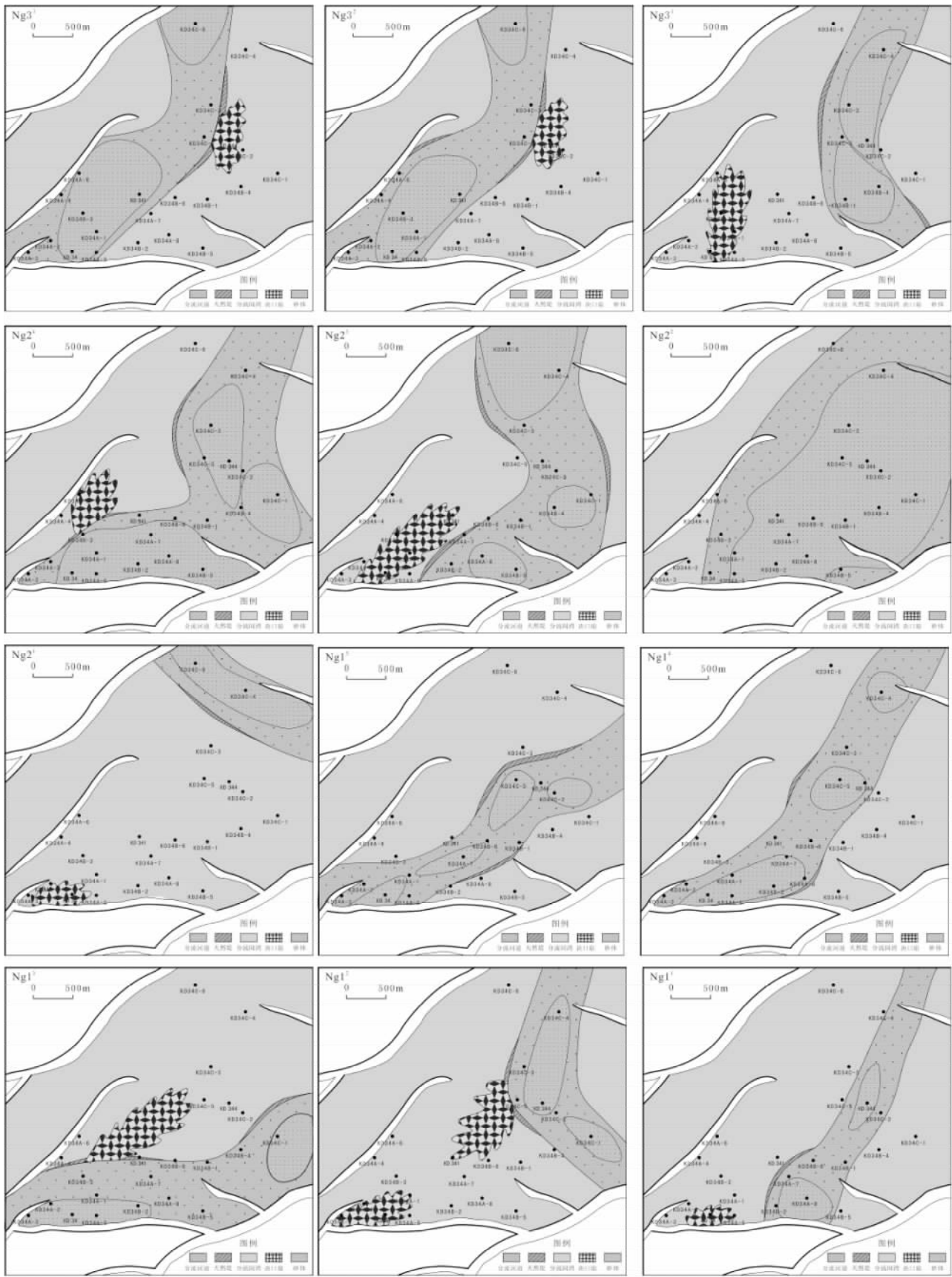


图5 新北油田北部馆陶组上段沉积相展布

Fig.5 Sedimentary facies distribution in the upper member of the Guantao Formation in northern Xinbei Oil Field

编制新北油田馆陶组上段砂岩等厚图,结合单井相和剖面相特征,分析沉积相的平面展布。新北油田北部馆陶组上段砂体较细,能量较低,为三角洲平原亚相。物源主要来自北东方向,主要发育分流河道、分流间湾、天然堤、决口扇等微相。

馆陶组上段三砂层组沉积时期,沉积环境较稳定, Ng^{3-2} 与 Ng^{3-3} 沉积相展布基本一致,发育一条分流河道,走向为北东-南西向,分流河道东缘发育决口扇。 Ng^{3-2} 到 Ng^{3-1} ,分流河道向东迁移,砂体量略有增加。

从馆陶组上段三砂层组到二砂层组沉积时期,分流河道加宽,分流河道中砂体覆盖面积有所增大。 Ng^{2-4} 到 Ng^{2-3} 砂体相对分散,砂体面积变化不大。 Ng^{2-3} 到 Ng^{2-2} ,分流河道更宽,砂体增多,几乎覆盖整个分流河道。 Ng^{2-2} 到 Ng^{2-1} ,分流河道走向改变,河道变窄,砂体减少。整个馆陶组上段二砂层组沉积时期,沉积环境不稳定,沉积相展布变化较大。

馆陶组上段一砂层组沉积时期,分流河道走向基本恢复,分流河道内砂体较 Ng^{2-1} 增多。 Ng^{1-3} 一直到 Ng^{1-1} ,研究区内分流河道走向变化不大,分流河道内砂体总量几乎不变,沉积环境较稳定, Ng^{1-3} 到 Ng^{1-1} ,进入洪水期,河水冲决天然堤,发育大量决口扇(图5)。

4 结论

新北油田北部馆陶组上段前3个砂层组划分为12个小层,其中一砂层组划分为 Ng^{1-1} 、 Ng^{1-2} 、 Ng^{1-3} 、 Ng^{1-4} 、 Ng^{1-5} 共5个小层;二砂层组为 Ng^{2-1} 、 Ng^{2-2} 、 Ng^{2-3} 、 Ng^{2-4} 共4个小层;三砂层组为 Ng^{3-1} 、 Ng^{3-2} 、 Ng^{3-3} 共3个小层。

新北油田北部馆陶组上段沉积时期沉积环境整体较稳定,为三角洲平原亚相,物源来自北东方向。主要发育分流河道、分流间湾、天然堤,有时出现决口扇沉积微相,分流河道基本为北东-南西向展

布。在三砂层组沉积时期,沉积环境稳定,沉积相展布变化不大;二砂层组沉积时期,水体较动荡,砂体突然增多又突然减少,且末期分流河道走向发生变化;一砂层组沉积时期,沉积环境逐渐变稳定,分流河道走向恢复。

参考文献:

- [1] 邹激滢. 垦东凸起构造特征及其对油气成藏的控制作用[J]. 油气地质与采收率, 2008, 15(4): 27-29.
- [2] 张善文, 王永诗, 石砥石, 等. 网毯式油气成藏体系——以济阳坳陷新近系为例[J]. 石油勘探与开发, 2003, 30(1): 1-10.
- [3] 王颖, 赵锡奎, 高博禹. 济阳坳陷构造演化特征[J]. 成都理工学院学报, 2002, 29(2): 181-187.
- [4] 帅德福, 王秉海. 中国石油地质志: 卷六[M]. 北京: 石油工业出版社, 1993.
- [5] 李瞬灵. 胜利油田发现新油田——新北油田[J]. 石油钻探技术, 2007, 35(1): 22.
- [6] 袁静, 鹿洪友, 高喜龙, 等. 胜利油区新北油田馆上段沉积特征及沉积相模式[J]. 沉积学报, 2009, 27(1): 18-25.
- [7] MYROW P M, HUGHES N C, SEARLE M P. Stratigraphic correlation of Cambrian-Ordovician deposits along the Himalaya: Implications for the age and nature of rocks in the Mount Everest region [J]. Geological Society of America, 2009, 121(3-4): 323-332.
- [8] 姜在兴. 沉积学[M]. 北京: 石油工业出版社, 2003. 375-386.
- [9] 林昌荣, 张启明. 沉积相类型划分的相命名法则和相标志的研究[J]. 中国海上油气(地质), 1990, 4(4): 57-63.
- [10] 陈吉, 史基安, 龙国徽, 等. 柴北缘古近系—新近系沉积相特征及沉积模式[J]. 沉积与特提斯地质, 2013, 33(3): 16-26.
- [11] 宋子齐, 李伟峰, 唐长久, 等. 利用自然电位与自然伽马测井曲线划分沉积相带及储层分布[J]. 地球物理学进展, 2009, 24(2): 651-656.
- [12] 朱伟林, 李建平, 周心怀, 等. 渤海新近系浅水三角洲沉积体系与大型油气田勘探[J]. 沉积学报, 2008, 26(4): 575-581.
- [13] 毛琼, 郑荣才, 邹光富, 等. 川东北前陆盆地上三叠统沉积相及沉积演化[J]. 沉积与特提斯地质, 2012, 32(1): 1-11.
- [14] LAWTON D C. Seismic facies analysis of delta-plain coals from Camrose, Alberta, and lacustrine coals from Pictou Coalfield, Nova Scotia [J]. AAPG Bulletin, 1985, 69(12): 2120-2129.

Sedimentary evolution of the upper member of the Guantao Formation in northern Xinbei Oil Field , Shandong

ZOU Juan¹ , DAI Jun-sheng¹ , JI Guo-sheng¹ , JI Wen-hui² , TIAN Bo³

(1. School of Geosciences , China University of Petroleum , Qingdao 266580 , Shandong , China; 2. No.1 Oil Production Plant , Jiangsu Oil Field , SINOPEC , Jiangdu 225200 , Jiangsu , China; 3. Zhanjiang Branch , CNOOC , Zhanjiang 524057 , Guangdong , China)

Abstract: The stratigraphic redivision and sedimentary facies analysis are made for the upper member of the Guantao Formation in northern Xinbei Oil Field , Shandong according to the core logging and well logs in combination with the previous data. The first three sand sets are redivided into 12 layers. The upper member of the Guantao Formation is composed of the delta plain subfacies which may be subdivided into distributary channel , interdistributary bay and natural levee microfacies , occasionally with crevasse splay microfacies , and the distribution patterns of the sedimentary facies were less variable. During the deposition of the upper member of the Guantao Formation , the sedimentary environments were relatively stable , and the sediments mainly derived from the northeastern part of the basin.

Key words: Xinbei Oil Field; upper member of the Guantao Formation; delta plain subfacies; sedimentary evolution