

文章编号: 1000-0550(2009) 01-0018-08

胜利油区新北油田馆上段沉积特征及沉积相模式

袁 静¹ 鹿洪友² 高喜龙² 时丕同²

(1. 中国石油大学(华东)地球资源与信息学院 山东东营 257061; 2. 中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司 山东东营 257000)

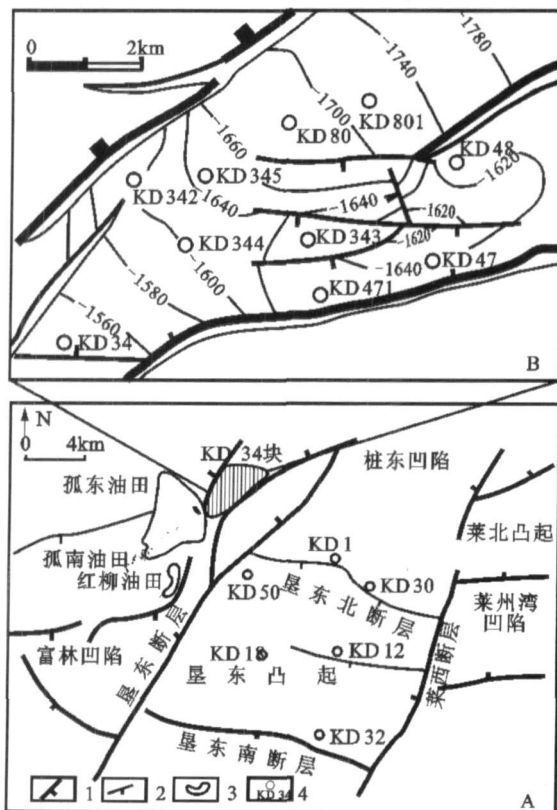
摘 要 主要通过岩心和薄片观察、粒度分析、参数计算及测井资料解释等手段,以揭示胜利油区垦东凸起北坡新北油田馆上段沉积特征及沉积相模式为目的开展工作,得到以下认识:研究区馆上段为分汊河相沉积。其粒度概率累积曲线普遍具有明显过渡段而显示与辫状河心滩相似的特征;平均河道弯曲度大于 1.7,二元结构发育,具有曲流河的某些特征;以河岸抗冲性中等,决口扇较为发育而有别于网状河。在此基础上建立了研究区馆上段分汊河沉积相模式:包括河床、堤岸、河漫、洪泛平原及废弃河道亚相,组成下粗上细的正旋回。其中河床亚相砂坝微相是分汊河相的沉积主体,其次为堤岸亚相决口扇微相和废弃河道亚相。河床亚相砂坝顶部多直接覆盖洪泛平原泥质沉积。新北油田宏观上油气分布受构造控制,微观上油气富集主要受分汊河道砂体的控制。分汊河相的发现与提出有助于新北油田精细砂体预测和优化整开发方案,也为类似地区的储层预测提供了更为开阔的思路和可借鉴的地质模型。

关键词 沉积特征 相模式 分汊河 馆上段 新北油田 胜利油区

第一作者简介 袁静 女 1972 年出生 副教授 博士后 沉积学 E-mail: yuanjing@mail.hdpu.edu.cn
中图分类号 P512.2 TE121.3⁺ 1 **文献标识码** A

新北油田位于山东省东营市垦利县境内黄河入海口处的滩涂地带及 0~15 m 水深极浅海水域,北、东两面环海,西临孤东油田、南临新滩油田,主力含油层系为新近系馆陶组和明化镇组地层。该油田构造上位于垦东凸起北部斜坡带,为受 2 条小断层控制的断鼻构造,地层向北东逐渐倾伏,是一个在前第三系潜山背景下发育起来的新近系披覆、古近系超覆的高潜山披覆构造带,周围凹陷众多,油源充足,成藏条件非常有利(图 1)。

尽管近年来有学者提出胜利油区东部新近系可能发育浅水湖泊三角洲^[1-4],但受勘探程度和传统认识的限制,长久以来人们普遍认为其馆上段为曲流河沉积^[5-11],研究区的砂体预测工作即以此为地质模型,开发实践效果不理想,限制了该区的挖潜增储。本文在岩心观察基础上,细致刻画研究区馆上段沉积特征,特别是对粒度参数进行了定量计算分析,结合国内外河流研究成果,结合开发实践,建立了新北油田馆上段分汊河相模式,为该区下一步勘探开发提供地质依据。



1. 一级断裂; 2 二级断裂; 3 油田; 4. 井位孔及井号

图 1 研究区位置图

Fig 1 The location of the study area

1 沉积特征

1.1 岩石学特征

砂岩与粗粉砂岩是研究区馆上段的主力储油岩

收稿日期: 2008-01-18 收修改稿日期: 2008-03-26

石, 主要为岩屑质长石砂岩及长石砂岩, 泥岩主要为褐红、紫红、浅灰、灰绿灰及黄绿色泥岩, 时常见褐红灰绿杂色泥岩, 页岩主要为黑色炭质页岩, 反映半氧化一半还原环境中的距离较近的搬运和沉积作用。砂岩杂基主要为泥质, 平均含量 9% 左右, 不同井段差异较大。胶结物极少, 岩石疏松, 不少层段呈松散砂状。粗粉砂岩物质成分基本同砂岩。

1.2 沉积构造和垂向层序特征

新北油田馆上段岩心结构疏松, 许多原生沉积构造遭到破坏, 难以细致观察描述, 但丰富的冲刷充填构造、冲刷面上方由块状层理、板状层理、平行层理中细砂岩渐变为波状层理粉砂岩, 或突变为水平层理(炭质)泥页岩的垂向层序, 仍清晰地反映出典型的河流沉积特征和二元结构。与典型曲流河垂向层序不同的是, 砂质沉积顶部常突变为黑色炭质页岩(图 2A), 而无堤岸亚相的明显标志; 中细砂岩常见具递



A KD34井 1307.74~1308.74 m B KD48井 1451.60 m

图 2 垦东北坡馆上段沉积特征

Fig 2 The sedimentary characteristics of the upper member of Guantao Formation on the northern slope of Kendong arch

变层理和块状层理(图 2B)。与辫状河垂向层序矛盾的是, 垂向层序上泥多砂少, 而非“砂包泥”(图 3)。

1.3 粒度参数特征及河流弯曲度

对研究区馆上段粒度资料统计分析表明, 研究区岩石 C 值平均为 0.423~0.643 mm, 粒度中值平均为 0.166~0.249 mm, 反映粒度较细, 以中细砂岩为特征。标准偏差平均为 1.256~1.400 ϕ , 反映岩石分选较差一差。偏态 Sk_1 反映储层具有很正偏态的粒度分布特点, 与河流砂的特征较为吻合。峰态 K_g 反映粒度频率曲线尖锐一很尖锐, 是两组沉积混合沉积造成的, 属河流沉积最常见的粒度分布特征。镜下观察岩石碎屑呈次棱角一棱角状, 磨圆度中等, 一般为颗粒支撑, 反映主要为牵引流沉积。

将粒径小于 0.074 mm 的粉砂泥质百分含量代入舒姆^[12]提出的河型判别经验公式计算河流宽深比(F)和河流弯曲度(P):

$$F = 255M^{-1.08}, \text{ 式中 } M \text{ 为粉砂泥质含量;}$$

$$P = 3.5F^{-0.27}$$

计算结果表明, 研究区主要取心井所在河段弯曲率最小为 1.45, 最大为 2.49, 各井平均值在 1.73~1.83, 根据 Miall 的标准^[13]: $P < 1.2$ 为低曲率, $1.2 < P < 1.5$ 为中等, $P > 1.5$ 为高曲率, 则研究区馆上段应属高曲率河流。

1.4 粒度概率图特征

粒度概率累积曲线是最常用的相分析基础图件。一般碎屑沉积物包括三个次总体, 反映了悬浮、跳跃和滚动三种基本搬运方式。本次研究对研究区馆上段取心井粒度资料进行分析整理, 绘制了近百幅岩心粒度概率累积曲线, 并对其根据沉积学原理分为 4 类(表 1)。

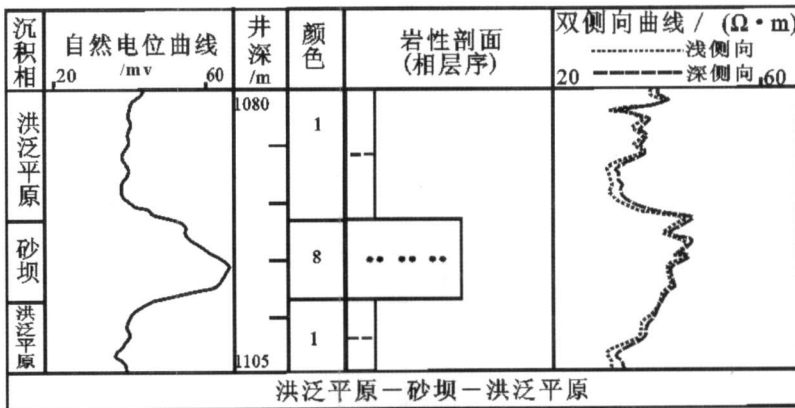


图 3 KD80井岩性剖面及测井相解释

Fig 3 The part lithology section and logging facies of the upper member of Guantao Formation of Well KD80

表 1 垦东地区馆陶组粒度概率累积曲线分类特征

Table 1 The characteristics of granularity probability curves of the upper member of Guantao Formation on the northern slope of Kendong arch

类型	粗端截点 /	细端截点 /	悬浮总体 /%	粒度中值 /mm	实例
1 一跳中悬加过渡	A 1.25~ 2.25	3~ 3.75	< 30	0.12~ 0.16	KD342井 1417.49m
	B 1~ 1.75	2.25~ 3	< 30	0.15~ 0.23	KD342井 1420.54m
	C 1.25	2.75	40	0.22	KD344井 1416.19m
2 一跳高悬加过渡	2~ 2.5	3.5~ 3.75	> 40	0.07~ 0.12	KD342井 1372.70m
3 两段式		2.75~ 3.75	< 20	0.24	KD344井 1415.36m
4 一段式				0.165~ 0.2	KD342井 1421.14m

1.4.1 一跳中悬加过渡式

该类曲线由跳跃总体、悬浮总体 (含量 < 40%) 及两者之间的过渡段组成, 造成这种曲线特征的主要原因受季节洪流沉积的约束, 反映动荡性较强的流动特征^[14]。该类在研究区各类粒度概率曲线中占 93%, 属绝对多数, 能反映研究区馆上段沉积物搬运沉积的基本特征, 根据截点位置、粒度中值及悬浮总体含量等又可分为 A、B、C 三个亚类 (图 4A)。

1.4.2 一跳高悬加过渡式

该类曲线占研究区各类粒度概率曲线的 4%, 也由跳跃总体、悬浮总体 (含量 > 40%) 及两者之间的过渡段组成, 形态特征与“一跳中悬加过渡”式类似, 但悬浮总体含量较高, 曲线斜率较低, 反映洪水期流体越岸后能量释放、动荡、骤减的环境特点 (图 4B)。

1.4.3 两段式

研究区馆上段粒度概率曲线中典型的两段式并不多见, 统计结果表明, 98 个粒度分析样品中, 只有 3 个样品属于典型的两段式 (图 4B), 反映其沉积环境

并非典型的曲流河。

1.4.4 一段式

该类粒度概率图呈现一段式的上拱弧形, 即沉积物主要由悬浮总体组成, 分选差, 跳跃总体和悬浮总体缓慢过渡而无明显转折点 (图 4B), 与浊流沉积物的粒度概率图有很好的相似性, 反映洪水期强烈的越岸悬浮沉积。

根据前人研究^[5], 研究区占绝对多数的一跳中悬加过渡式 (三段式) 概率曲线在河流相中反映心滩与堤岸亚相搬运和沉积特征, 按 Rust^[15] 的河型分类, 分别属于辫状河与曲流河相的典型沉积, 同一条河流具有两种河型的沉积特征显然不能用传统的河型模式解释。同时, 按上文河流曲率的计算与解释, 研究区馆上段属高弯度河流, 若将其定为曲流河相, 与主体沉积为心滩砂体的客观实际也严重矛盾; 那么, 研究区馆上段到底是曲流河、是辫状河、是网状河? 还是一种新河型呢?

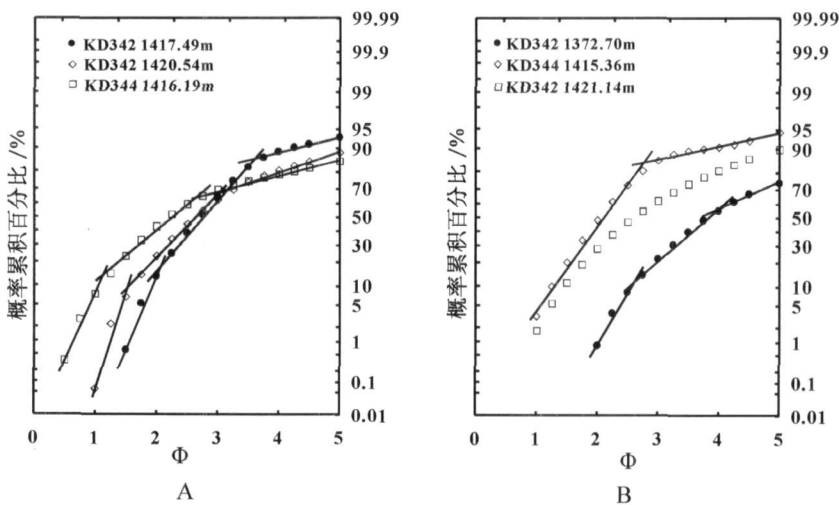


图 4 垦东北坡馆上段粒度概率图

Fig 4 The granularity probability curves of the upper member of Guantao Formation on the northern slope of Kendong arch

2 相模式

2.1 分汊河概念的提出

依据不同的标准,前人曾对河型进行过不同的分类^[15-25],其中以 Rust^[15]和钱宁等^[24,25]为代表的河道平面形态分类是目前最为人们所关注的方案。Rust依据弯曲度和辫(状)指数参数将河道分为曲流河、顺直河、辫状河和网状河四类型式。钱宁等把河流分为游荡型、弯曲型、顺直型和分汊型四类。王随继等^[26]在讨论了分别以侵蚀阶段、沉积物搬运方向、河道和河间地的相对沉积速率以及河道平面形态等为代表的代表性河流分类方案的不足之处后,把冲积河流分为辫状河、曲流河、分汊河、网状河和直流河五类,笔者较为认同该分类方案。

在充分吸收前人研究成果的基础上,笔者认为分汊河(相当于 Brice 所称的“anabranching channel pattern”)^[22]大多以出现单河道与双(或多)河道的交替分布为特征,与曲流河、辫状河、网状河具有明显不同:与曲流河相比,分汊河常分汊为双河道,以发育河道内砂坝为主,天然堤发育稍差,决口扇是仅次于(河道内)砂坝的第二大砂体;垂向层序上砂坝顶部经常突变为河漫沉积物、洪泛平原沉积物,并有植被覆盖,形成炭质膜、薄层。与辫状河相比,分汊河河道弯曲度大,沉积物粒度细,垂向层序二元结构较为发育,常为“泥包砂”。与网状河相比,分汊河河岸抗冲性较差,决口扇比较发育。分汊河沉积的上述特点在研究区馆上段表现突出,也是困扰笔者对研究区馆上段沉积相按 Rust 河流分类进行分析时的突出矛盾。就坡降和河流演变阶段看,分汊河型一般发育在河流的中游,并且常常位于曲流河的上游^[27]。就河道的相对稳定性来说,分汊河流位于辫状河(游荡性河流)和曲流河之间^[21],属于两者间的过渡类型。研究区地处垦东凸起斜坡带,坡降一般为 0.03%~0.1%,不利于曲流河与网状河发育,而其下伏馆下段为典型的辫状河沉积,正是有利于分汊河发育的沉积背景。

2.2 相模式与相类型

在上述研究基础上,本文提出研究区馆上段河流属于分汊河沉积相,并初步建立了其沉积相模式(图 5)。在该相模式中,分汊河可划分为河床、堤岸、河漫、洪泛平原、废弃河道(牛轭湖)等四个亚相,组成下粗上细的正旋回。研究区分汊河河型特征、岩相特征、含油性、砂体厚度及测井曲线特征详见表 2 不再

赘述。

在分汊河的上述四个亚相中,堤岸亚相与洪泛平原亚相相互消长:若洪水作用强烈,河道侧向迁移或分汊、决口频繁,堤岸亚相不发育,河床亚相与洪泛平原亚相在平面上紧邻发育,在垂向上直接叠置;若河道较为稳定,堤岸亚相则较为发育,在堤岸亚相外侧发育河漫亚相,垂向上组成河床—堤岸—河漫亚相的完整二元结构。

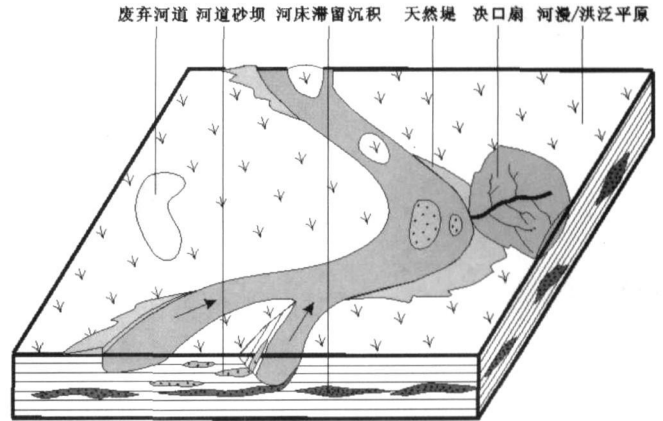


图 5 垦东北坡馆上段分汊河相模式图

Fig 5 The anabranching channel facies pattern of the upper member of Guantao Formation on the northern slope of Kendong arch

3 砂体分布及研究意义

根据区域地质背景,结合前人研究成果,认为研究区河流流向主要受构造背景控制,概率方向大体为北东。在此基础上,结合开发实践,考虑油水关系,点—线—面结合定量编制了各主力小层沉积相平面分布图和沉积砂体时空展布特征,结果表明分汊河的发育具有明显的多阶段性,其中 24、21 小层河道砂体最为发育,其次为 23、31、32、33 等小层。

以 21 小层为例(图 6),该层河道砂体较为发育,在研究区中部和西南部均有河道展布。中部南北走向河道与 N_{g23} 层相似,反映了沉积作用的旋回性特征。由南向北,依次发育三个较大型河道砂坝。南部砂坝的含砂率一般在 50% 以上,高于北部砂坝,反映了河流由南向北的古流向。在河道的凹岸发育天然堤含油气砂体。河道外侧于 KD346 井和 KD34A-7—KD34B-6 井分别发育两个决口扇砂体。东部 KD471—KD343 井发育废弃河道。研究区其他地区基本为洪泛平原沉积,含砂极少或不含发育砂层。

表 2 分汊河沉积类型及沉积特征综合表

Table 2 The sedimentary types and character of anabranch channel facies pattern of the upper member of Guan tao Formation on the northern slope of K endong arch

河型特征	岩相特征			沉积构造	沉积层序	化石及含物	含油性	砂体厚度 /m	电性特征
	亚相	微相	颜色						
河道数目	单、多交替	河床滞留	棕褐 / 灰色 / 原油污染	含泥砾中细砂, 分选差; 粒度曲线二段式或具牵引总体的三段式	底冲刷, 正粒序	向上变细 / 底层单元	少	0.3 ~ 0.8 / 0.6	SP 和 GR 锯齿状向上幅度变小, R ₁ 较低。1 多期河道叠加, SP 和 GR 指形; 2 几期弱水动力充填 SP 小型钟型; 3 细颗粒物迅速充填 SP 和 GR 低幅箱型异常。
河道比降	介于辫状河与曲流河之间	砂坝	棕褐 / 灰白 / 浅灰色 / 原油污染	中细砂, 偶夹砾分选中等; 粒度曲线具过渡段; 悬浮总体 < 30%。有时为典型二段式, 悬浮总体 < 30%; M _d = 0.13 ~ 0.25mm;	槽状层理 / 平行层理 / 爬升层理 / 波状层理, 向上突变常为泛滥平原沉积或灰绿色粉砂泥质“落淤层”	向上变细 / 或均质	少, 可见炭屑	2.5 ~ 18 / 6.2	SP 曲线较高幅 (齿化) 钟型、箱型, 微电极相差大一中等, GR 齿化箱型, R ₁ 高阻
弯曲度	> 1.5	天然堤岸	灰绿 / 黄绿 / 灰黄	泥质细砂 / 粉砂, 分选差 S ₀ = 1.2 ~ 3.2 / 1.5, d = 0.13 ~ 0.25mm; 粒度曲线具过渡段, 悬浮组分与跳跃组分大体相当, 甚至更多	砂纹层理 / 爬升层理 / 波状层理	向上变细	植物碎片 / 炭质膜 / 云母片	油浸油迹 1.8 ~ 3.8 / 2.6	SP 曲线指型或齿化矮钟型、微电极幅差较小
河岸抗冲性	中等	决口扇	灰绿 / 灰黄 / 棕红	细砂粉砂 / 泥质细砂, 分选差 S ₀ = 1.2 ~ 1.8 / 1.5, d = 0.13 ~ 0.25mm; 粒度曲线为一段式或上拱弧形	底冲刷, 递变层理 / 块状层理 / 小型交错层理	向上变粗 / 向上变粗 / 再变细	油浸 / 植物杆屑 / 油斑	2 ~ 12 / 5.9	SP 曲线漏斗型或齿化漏斗型、反韵律尖指状, 微电极幅差小; 也可为中低幅钟型
典型沉积单元	河道砂坝与决口扇	河漫滩 / 洪泛平原 / 废弃河道	浅灰 / 灰色 / 灰绿色 / 原油污染	粉砂质泥 / 泥质粉砂 / 粉砂 / 质纯泥岩 / 细砂粉砂泥岩, 向上过渡为灰绿色或红褐色泥质 / 泛滥平原沉积	粒度曲线二段式, 悬浮总体与跳跃组分大体相当	波状层理 / 块状层理 / 水平层理 / 水平层理 / 小型交错层理 / 波状层理 / 水平层理	少 / 植物丰富, 螺蚌 / 植物杆屑, 螺蚌	总厚度 2 ~ 24 / 7 / 含油 2 ~ 6	SP 曲线位于基线附近 / SP 曲线起伏较小, 微电极成小尖凸起 / SP 曲线锯齿状, 低幅齿化钟型, 偶为低幅指状

开发实践表明, 新北油田宏观上油气分布受构造控制, 微观上油气富集主要受分汊河道砂体的控制; 西南高部位为岩性—构造油气藏, 向北东方向沿河流概率流向沉积微相 (岩性) 成为控制油气成藏的主要因素, 河道砂坝优于废弃河道, 废弃河道优于决口扇, 同一砂体上游部位含油性好于下游部位。研究区新北油田馆上段分汊河相的发现与提出打破了以往的认识, 以此建立正确的相模式, 摸清馆上段砂体分布和连通情况, 有助于新北油田下一步精细砂体预测和细分层系注水开发, 优化整开发方案, 也为类似地区

的储层预测提供了更为开阔的思路和可借鉴的地质模型。

4 结论

胜利油区新北油田馆上段为分汊河沉积相。其粒度概率累积曲线以普遍发育跳跃和悬浮总体间的过渡段而显示与辫状河心滩相似的特征; 平均河道弯曲度大于 1.7, 垂向层序表现为泥多砂少, 具有曲流河的某些特征; 以决口扇较为发育而有别于网状河。在此基础上建立的研究区馆上段分汊河沉积相模式

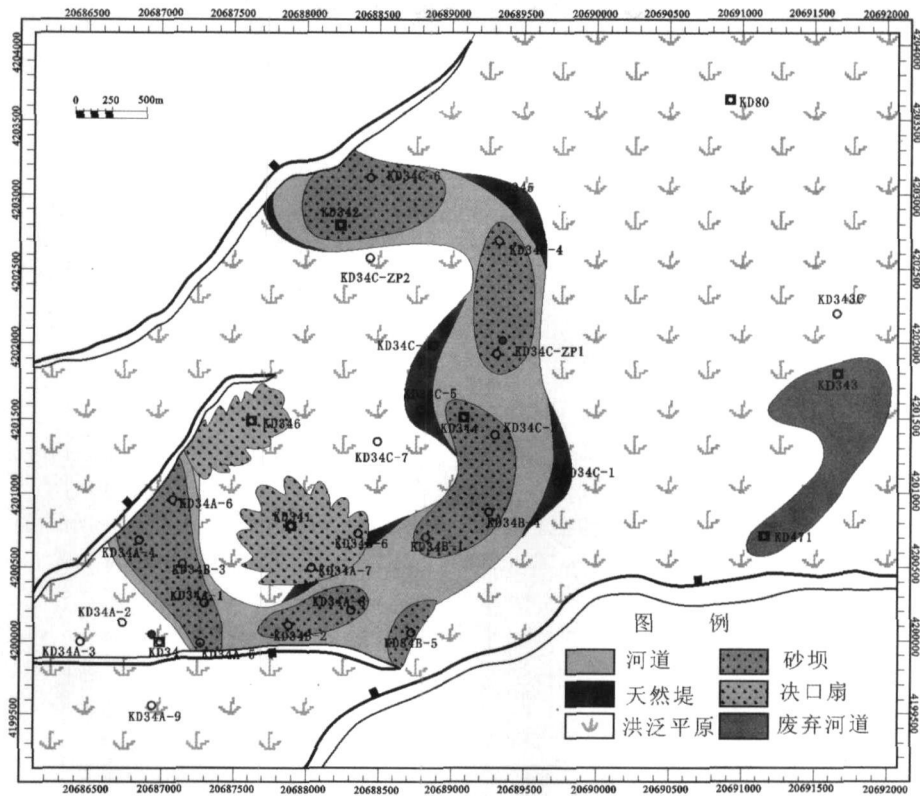


图 6 新北油田 N_{61} 层沉积相图

Fig 6 The sedimentary facies distribution of N_{61} sand layer of Xinbei oilfield

包括河床、堤岸、河漫—洪泛平原、废弃河道等四个亚相,组成下粗上细的二元结构。其中,堤岸亚相与河漫—洪泛平原亚相相互消长:若洪水作用强烈,河道侧向迁移或分叉,决口频繁,堤岸亚相不发育,河床亚相直接被洪泛平原亚相泥质沉积覆盖。若河道较为稳定,堤岸亚相较为发育。沉积相平面分布和沉积砂体时空展布特征分析结果表明 24、21 小层河道砂体最为发育,其次为 23、31、32、33 等小层。西南高部位为岩性—构造油气藏,向北东方向沿河流概率流向沉积微相(岩性)成为控制油气成藏的主要因素。研究区新北油田馆上段分叉河相的发现有助于新北油田下一步精细砂体预测和细分层系注水开发,优化整开发方案,也为类似地区的储层预测提供了更为开阔的思路和可借鉴的地质模型。

参考文献 (References)

- 董贵能,姜在兴,张本琪. 济阳拗陷埭东地区新近系馆上段下部三角洲沉积特征 [J]. 油气地质与采收率, 2007, 14(3): 22-25 [Dong Guineng, Jiang Zaixing, Zhang Benqi. Delta sedimentation of upper Guantao Formation of the Neogene in Chengdong area of Jiyang Depression [J]. Petroleum Geology and Recovery Efficiency, 2007, 14(3): 22-25]
- 杨东明,姜在兴,李葵英,等. 济阳拗陷陶组辫状三角洲—浅水湖泊沉积体系 [J]. 西安石油大学学报 (自然科学版), 2004, 19(6): 15-19 [Yang Dongming, Jiang Zaixing, Li Kuiying et al. Braided river delta-shallow lacustrine depositional system of Guantao Formation in Jiyang Depression [J]. Journal of Xi'an Shiyou University (Natural Science Edition), 2004, 19(6): 15-19]
- 李东海,姜在兴,李继山. 济阳拗陷东部新近系馆陶组下段辫状河三角洲沉积研究 [J]. 石油大学学报 (自然科学版), 2003, 27(3): 10-13 [Li Donghai, Jiang Zaixing, Li Jishan. Braided river delta sedimentary facies of lower Guantao Formation of the Neogene in eastern Jiyang depression [J]. Journal of the University of Petroleum, China, 2003, 27(3): 10-13]
- 董贵能,姜在兴,张本琪,等. 济阳拗陷埭东—飞雁滩油田新近系馆上段层序地层研究 [J]. 西安石油大学学报 (自然科学版), 2004, 19(1): 1-5 [Dong Guineng, Jiang Zaixing, Zhang Benqi et al. Study on the sequence stratigraphy of the upper Guantao Formation of Neogene in Chengdong-Feiyantian Oilfield in Jiyang Depression [J]. Journal of Xi'an Shiyou University (Natural Science Edition), 2004, 19(1): 1-5]
- 狄明信,戴启德,白光勇. 济阳拗陷上第三系馆陶组河流相沉积的粒度特征 [J]. 石油大学学报, 1996, 20(2): 1-5 [Di Mingxin, Dai Qide, Bai Guangyong. Granularity of river sedimentary facies of the Neogene Guantao Formation in the Jiyang Depression [J]. Journal of the University of Petroleum, China, 1996, 20(2): 1-5]
- 国景星,王永诗. 济阳拗陷新近系层序地层及沉积体系 [J]. 油气地质与采收率, 2006, 13(6): 9-12 [Guo Jingxing, Wang Yongshi. Sequence stratigraphy and sedimentary system of the Neogene Guantao Formation in the Jiyang Depression [J]. Petroleum Geology and Recovery Efficiency, 2006, 13(6): 9-12]

- quence stratigraphy and sedimentary system of Neocene strata in Jiyang depression [J]. *Petroleum Geology and Recovery Efficiency*, 2006, 13 (6): 9-12]
- 7 吴丽艳, 樊太亮, 张淑品, 等. 济阳拗陷上第三系层序地层及沉积体系研究 [J]. *石油天然气学报*, 2005, 27(3): 413-415 [Wu Liyan, Fan Tailiang, Zhang Shupin, *et al.* Upper Tertiary sequence stratigraphy and sedimentary system in Jiyang depression [J]. *Journal of Oil and Gas Technology*, 2005, 27(3): 413-415]
 - 8 戴启德, 国景星, 狄明信. 孤岛油田中二区馆陶组上段第三砂层组沉积微相研究 [J]. *石油大学学报*, 1998, 22(3): 31-34 [Dai Qide, Guo Jingxing, Di Mingshi. Sedimentary facies of the third sands group in upper member of Guantao Formation in middle part of middle-2 district of Gudao oilfield [J]. *Journal of the University of Petroleum, China* 1998, 22(3): 31-34]
 - 9 李双应, 李忠, 王忠诚, 等. 胜利油区孤岛油田馆陶上段沉积模式研究 [J]. *沉积学报*, 2001, 19(3): 386-393 [Li Shuangying, Li Zhong Wang Zhongcheng, *et al.* The study of depositional model in the upper member of Guantao Formation in Gudao oilfield of the Shengli petroleum province [J]. *Acta Sedimentologica Sinica*, 2001, 19(3): 386-393]
 - 10 李阳, 李双应, 岳书仓, 等. 胜利油田孤岛油区馆陶组上段沉积结构单元 [J]. *地质科学*, 2002, 37(2): 219-230 [Li Yang, Li Shuangying, Yue Shucang, *et al.* Sedimentary architectural elements of upper member of the Guantao Formation in Gudao area, Shengli [J]. *Chinese Journal of Geology*, 2002, 37(2): 219-230]
 - 11 张海娜. 渤海湾盆地埕岛油田馆陶上段沉积相研究 [J]. *石油实验地质*, 2007, 29(1): 52-57 [Zhang Haina. Facies study of the Neocene upper Guantao Formation in the Chengdao oilfield, the Bohai Bay basin [J]. *Petroleum Geology & Experiment*, 2007, 29(1): 52-57]
 - 12 Schumm S A. A Tentative Classification of Alluvial River Channels [M]. Circular 477, United States Geological Survey, 1963: 477
 - 13 Miall A D. *The Geology of Fluvial Deposits* [M]. Heidelberg: Springer Verlag Berlin, 1996: 75-178
 - 14 袁静, 杜玉民, 李云南. 惠民凹陷古近系碎屑岩主要沉积环境粒度概率累积曲线特征 [J]. *石油勘探与开发*, 2003, 30(3): 103-107 [Yuan Jing, Du Yumin, Li Yunan. Probability cumulative grain size curves in terrigenous depositional environments of the Paleogene in Huimin Sag [J]. *Petroleum Exploration and Development*, 2003, 30(3): 103-107]
 - 15 Rust B R. A classification of alluvial channel systems [C] // Miall A D, ed. *Fluvial Sedimentology*. Canada Society Petrology, Geology No. 5, 1978: 187-198
 - 16 Davis W M. The geographical cycle [J]. *Geography Journal*, 1899, 14: 481-504
 - 17 Schumm S A. *The Fluvial System* [M]. New York: John Wiley & Sons, 1977: 338
 - 18 Galloway W E. Catahoula Formation of the Texas Coastal Plain: depositional system, composition, structural development, groundwater flow, history, and uranium distribution [C]. University of Texas Bureau Economic Geology, Republished Investigation No. 87, Austin, Texas, 1977: 59
 - 19 Woolfe K J, Balzary J R. Fields in the spectrum of channel style [J]. *Sedimentology*, 1996, 43: 797-805
 - 20 Leopold L B, Wolman M G. River channel patterns: braided, meandering and straight [R]. United States Geological Survey Paper 282 (B): 1957
 - 21 Druy G H. Relation morphology to runoff frequency [C] // Chorley R J, ed. *Water, Soil and Man*, Methuen, London, 1969: 418-430
 - 22 Birce J C. Planform properties of meandering river. Meandering. Proceedings of the October 1983 [R]. "Rivers' 83 Conference" ASCE, New Orleans, Louisiana, 1983: 1-15
 - 23 Miall A D. A review of the braided river depositional environment [J]. *Earth Science Reviews*, 1997, 13: 1-62
 - 24 钱宁. 关于河流分类及成因问题的讨论 [J]. *地理学报*, 1985, 40(1): 1-10 [Qian Ning. Discussion on fluvial classification and formation [J]. *Journal of Geography*, 1985, 40(1): 1-10]
 - 25 钱宁, 张仁, 周志德. 河床演变学 [M]. 北京: 科学出版社, 1987: 584 [Qian Ning, Zhang Ren, Zhou Zhide. *The Evolution Study of River Channel*. Beijing: Science Press, 1987: 584]
 - 26 王随继, 任明达. 根据河道形态和沉积物特征的河流新分类 [J]. *沉积学报*, 1999, 17(2): 240-246 [Wang Suiji, Ren Mingda. A new classification of fluvial rivers according to channel planform and sediment characteristics [J]. *Acta Sedimentologica Sinica*, 1999, 17(2): 240-246]
 - 27 王随继, 尹寿鹏. 网状河流和分汊河流的河型归属讨论 [J]. *地学前缘*, 2000, 7(增刊): 79-86 [Wang Suiji, Yin Shoupeng. Discussion on channel patterns of anastomosing and anabranching rivers [J]. *Earth Science Frontiers*, 2000, 7(Suppl.): 79-86]

The Sedimentary Characteristics and Facies Model of the Upper Member of Guantao Formation of the Eocene in Xinbei Oilfield of Shengli Petroleum Province

YUAN Jing¹ LU Hong-you² GAO Xulong² SHI Pizong²

(1. China University of Petroleum, Dongying Shandong 257061;

2. Shengli Oilfield Branch Co., SINOPEC, Dongying Shandong 257061)

Abstract The sedimentary character and facies model of the upper member of Guantao Formation in Xinbei oilfield of

Shengli petroleum province were studied by core observation, granularity analysis, parameters count and well log analysis mainly. It's showed that the main stratum in the studied area is the anabranch channel. Its granularity probability cumulation curves show similar character with the braided stream. The average channel sinuosity is more than 1.7 and duality structure develops, which is similar to meandering river. The developed burst fans can distinguish it with anastomosing river. The anabranch channel model in the studied area includes four sub-facies, such as channel, bank, overflow and abandoned channel. The channel bars in abandoned channel sub-facies are the most important sedimentary body. The burst fans and abandoning channels are more developed than that of natural levees. The top of the channel bars are often covered by flood plain successively. The distribution of petroleum in Xinbei oilfield is controlled by the anabranch channel mainly. The discovery of the anabranch channel facies can help Xinbei oilfield's fine sand body forecast and optimizing exploitation plan, and can be a useful geologic model for the reservoir forecast in other similar areas.

Key words sedimentary characteristics, facies model, the anabranch channel, the upper member of Guantao Formation, Xinbei oilfield, Shengli petroleum province