

文章编号: 1009-3850(2009)02-0008-07

埡宁隆起北坡新近纪沉积特征及发育模式

陈蓉^{1,2}, 李 勇¹, 丘东洲³

(1. 成都理工大学 沉积地质研究院, 四川 成都 610059 2 成都理工大学 博物馆, 四川 成都 610059; 3. 成都地质矿产研究所, 四川 成都 610082)

摘要: 综合运用岩心观察、薄片鉴定、测井、地震等分析方法和手段, 对埡宁隆起北坡新近系馆陶组—明化镇组沉积相进行了系统研究。结果表明, 研究区新近纪馆陶组—明化镇组发育辫状河和曲流河沉积, 主要沉积微相有河床滞留、心滩、边滩、天然堤、决口扇及泛滥平原等。在相分析的基础上, 进一步研究了区内沉积微相的平面展布特征及其演化规律, 认为区内馆陶期为辫状河, 明化镇组演化为曲流河。在此基础上, 建立了埡宁隆起北坡新近系馆陶组—明化镇组的沉积模式, 并探讨了不同模式下储集砂体的分布规律。

关键词: 埡宁隆起; 馆陶组; 明化镇组; 沉积相; 沉积模式

中图分类号: P512.2 文献标识码: A

1 引言

埡宁隆起北坡位于黄骅拗陷的东南部, 北起歧东断层, 南至埡宁隆起斜坡, 东至矿区边界, 西至孔店凸起(图 1), 总体呈北缓南陡的不对称隆升区。多年的勘探已证明了其巨大的油气勘探潜力^[1]。由于以往人们普遍关注的是构造圈闭^[2], 对研究区新近系明化镇组、馆陶组的隐蔽油气藏尤其是岩性地层圈闭研究不足, 对其沉积体系的展布缺乏明确的认识, 因而影响了该区油气的勘探部署。本文以沉积学的理论为指导, 综合运用测井、地震等多种分析方法, 开展研究区的沉积体系研究, 建立了相应的沉积模式, 以期对含油区带的预测和勘探提供有益的帮助。

2 岩石学特征及物源方向

根据岩心观察及薄片鉴定, 研究区新近系储层岩性主要为灰色、灰白色长石砂岩、长石石英砂岩及岩屑长石砂岩, 其组分特征为: 长石含量较高, 为

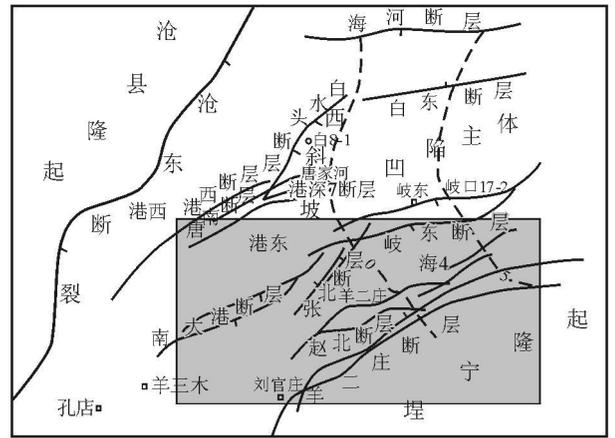


图 1 研究区位置图

Fig 1 Location of the study area

20%~60%, 以钾长石和酸性斜长石为主, 蚀变和次生变化强烈; 石英含量变化较大, 为 15%~80%, 以单晶石英为主, 多无色或烟灰色, 透明, 常具裂纹和熔蚀现象, 使颗粒边缘呈圆的弯曲状, 少数石英具再旋回结构; 岩屑含量为 7.8%~25.6%, 主要为中

收稿日期: 2008-06-30 改回日期: 2009-06-04

作者简介: 陈蓉(1982—), 女, 博士, 主要从事盆地分析研究。E-mail: chenrong07@cdut.cn

酸性及基性火山岩岩屑、变质石英岩岩屑、石英片岩岩屑、泥岩屑、粉砂岩屑、碳酸盐岩屑等,保存程度差异大。填隙物结构类型以胶结物—杂基混合填隙为主,主要由硅质、钙质和粘土矿物组成。

盆内碎屑物质主要来源于母岩的机械破碎,砂岩的碎屑组分特征与物源区有密切的关系^[3]。研究区新近系可分为3个具有不同轻矿物组合特征的区域(图2图3)。西部主要为长石砂岩及岩屑长石砂岩,推测其母岩为基性岩浆岩;中部主要为长石石英砂岩,其次为长石砂岩及岩屑长石砂岩,且沉积岩岩屑含量较高,推测其母岩为沉积岩;东部主要为石英含量极低的岩屑长石砂岩和长石砂岩,且岩屑主要为酸性岩浆岩岩屑和沉积岩岩屑,推测其物源区最近,母岩类型主要为酸性岩浆岩,其次为沉积岩。根据同源区域内远离物源区长石、岩屑含量逐渐减少、石英含量逐渐增加的规律,研究区西部存在西南方向的物源,推测物源来自于沧县隆起;中部存在正南方向的物源,可能为远源搬运的产物;东部存

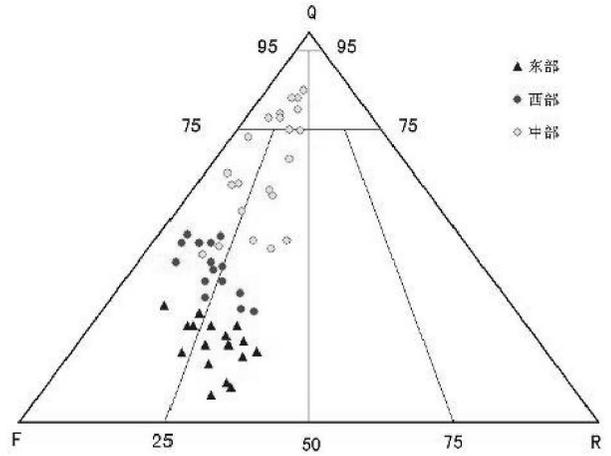


图2 馆陶组砂岩成分—成因分类三角投点图
(采用曾允孚砂岩分类方案, 1997年)

▲ 东部; ● 西部; ◇ 中部
Fig 2 Triangular diagram of the compositional and genetic classification of the sandstone from the Guan'ao Formation
▲ Sandstones from the eastern part; ● Sandstones from the western part; ◇ Sandstones from the central part

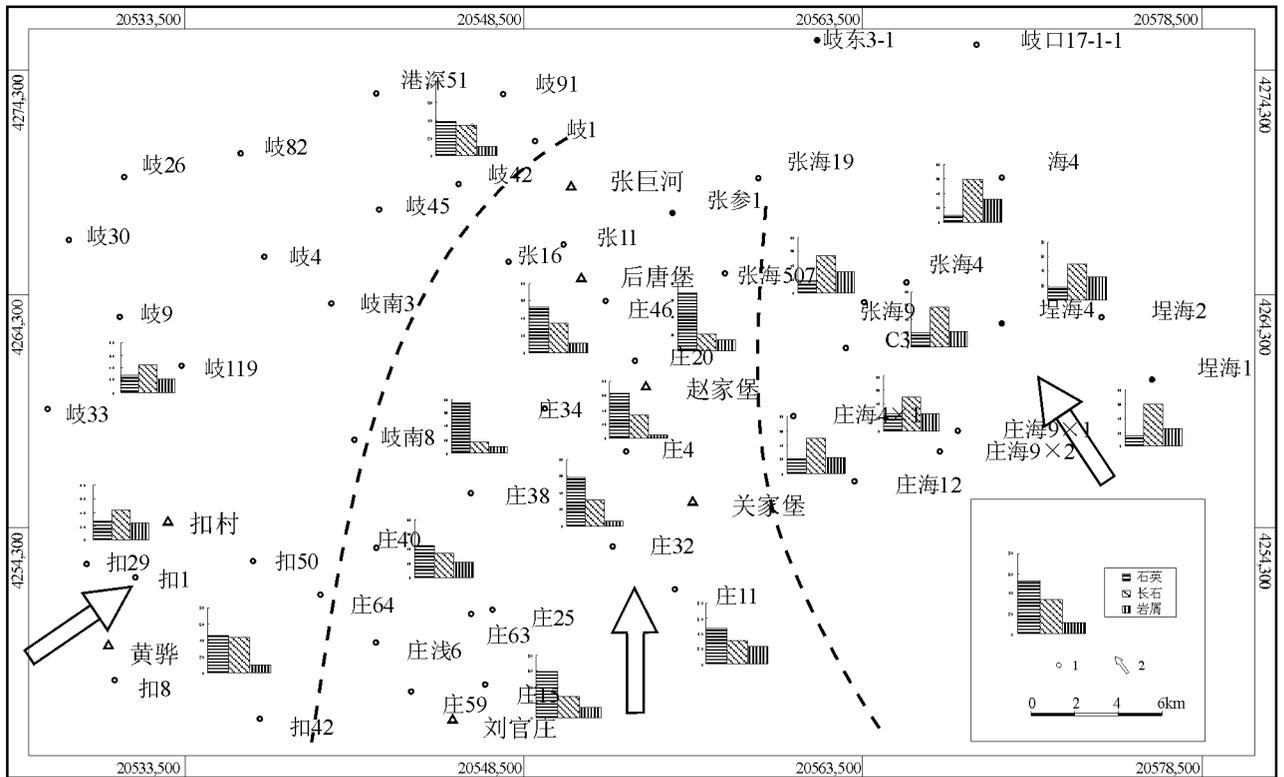


图3 馆陶组轻矿物分布图

1 井名; 2 物源方向

Fig 3 Distribution of the light minerals from the Guan'ao Formation

1 = well site; 2 = provenance

在东南方向的物源,推测物源来自于埕宁隆起。

3 沉积微相类型及特征

通过研究区三维地震资料,对新近系典型的地震相进行了识别。研究区新近系主要的地震相特征为中强振幅、横向连续性中差,地震剖面上可见大型透镜状地震相,与河道砂体剖面形态相关(图4)。总体反映了砂体侧向分布的局限性,水体的能量较强,且不稳定,即泛滥平原沉积与河流沉积的组合环境。结合钻井岩心、录井和测井资料,依据岩石组合、沉积结构、剖面结构和演化序列,结合前人研究成果^[4],认为研究区新近纪新近系馆陶组—明化镇组发育了辫状河和曲流河沉积,主要微相类型及特征如下。

3.1 辫状河

研究区馆陶期经过了古近纪末的构造抬升、剥蚀作用,新近纪开始沉降^[5],此时物源供给充足,地形高差较大,水流能量大而堆积速率快、粒度粗,故发育辫状河。砂岩粒度概率曲线以三段式为主(图5)。

1. 河床微相

河床微相一般发育于辫状河层序的底部,与下伏沉积呈冲刷接触。岩性为灰色、浅灰色砾岩、砂质砾岩或含砾砂岩,砾岩成分较复杂,有石英岩、喷出岩、侵入岩、白云岩、泥岩和少量变质岩。沉积厚度从不足1^m到3~5^m不等,在垂向剖面上向上一般都逐渐过渡为心滩,界限不易区分。通常在自然伽玛曲线底部出现一个异常高值,指示冲刷面。

2. 心滩微相

心滩为辫状河沉积最主要的单元,由灰绿色、灰白色或灰色含砾粗砂岩、含砾中砂岩、中粗砂岩及少量细砂岩组成,主要发育大型槽状交错层理、板状交错层理和块状层理。心滩多位于河道滞留沉积之上,向上过渡或突变为洪泛平原泥质沉积。心滩在平面上呈席状大面积分布,垂向上呈多个透镜体叠置。单砂体厚度一般1~6^m,叠置砂体厚度在10~40^m左右。自然伽玛曲线上呈高幅度的齿化箱形或箱形。

3. 洪泛平原

在洪水期间,河水漫出主河道易形成洪泛平原

庄海8

庄海9×2

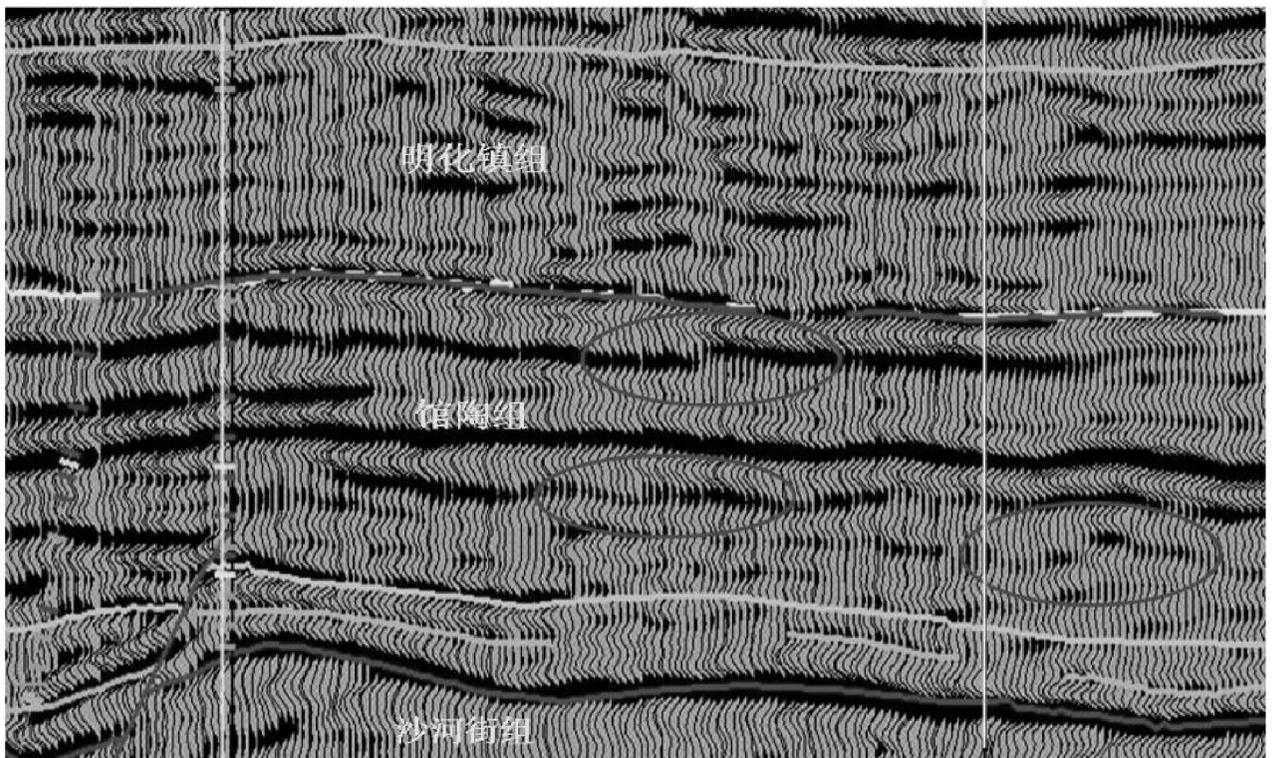


图4 庄海8—庄海9×2连井地震剖面上河道的识别(据大港油田资料)

Fig 4 Recognition of fluvial channels in the Zhuanghai 8—Zhuanghai 9×2 well tie seismic profile

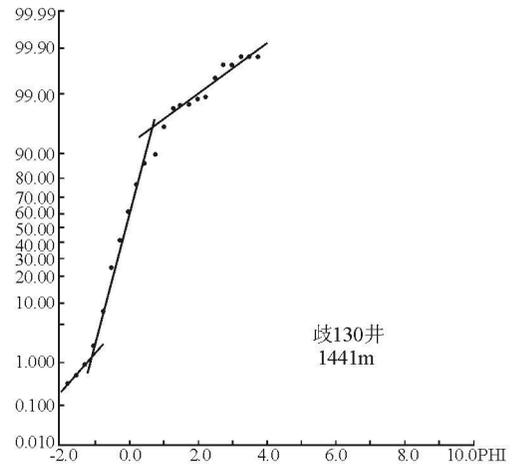
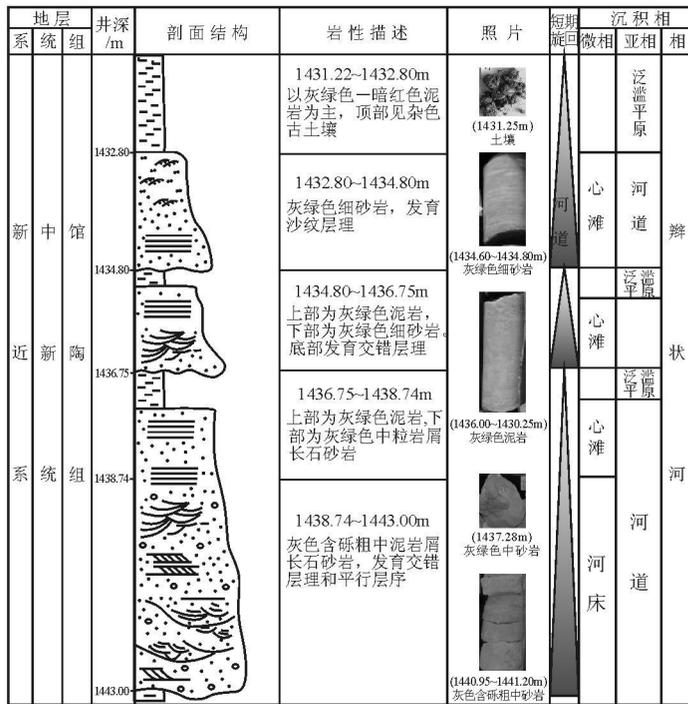


图5 辫状河相典型剖面与河道粒度分布累计概率曲线图(岐130井)

Fig 5 Representative braided stream section (left) and grain size probability accumulation curves for the sandstones from the Qi-130 well

沉积。沉积物主要为灰绿色、暗红色的泥岩或粉砂质泥岩, 局部夹粉砂岩薄层。发育水平纹层, 含植物碎屑。洪泛平原沉积单元位于心滩之上, 由于河道的冲刷侵蚀, 保留下来的厚度一般不大(1~5m), 甚至全部被侵蚀带走, 泥岩中发育少量薄层的古土壤。自然伽玛曲线呈低幅平直或微齿化平直形。

3.2 曲流河

1. 河床微相

河床微相是曲流河道底部冲刷面之上形成的粗碎屑沉积体, 又称滞留沉积。其岩性主要为浅灰色的含砾中粗砂岩, 发育块状层理和大型槽状交错层理、大型斜层理, 底部所含砾石多沿层面分布, 成分主要为泥砾和石英岩, 分选和磨圆中等到较好, 含量一般小于5%。厚度不大, 一般小于2m, 与下伏沉积呈突变接触, 与上覆边滩微相沉积呈渐变接触。砂岩粒度概率曲线基本上为跳跃和悬浮次总体组成的两段式, 发育于河床底部的砂岩可见有滚动次总体的三段式(图6)。

2. 边滩微相

边滩微相是曲流河沉积中最重要的微相。主要由浅灰色细砂岩、中砂岩组成, 偶夹粗砂岩和粉砂岩, 砂岩中常含泥砾。沉积构造类型多样, 主要为槽状交错层理、板状交错层理、斜层理和平行层理, 有

时见块状层理和波状层理。边滩沉积具有向上逐渐变细的特点, 其下为河床沉积, 其上逐渐过渡为天然堤微相。自然伽玛曲线呈齿化钟形或钟形, 曲线幅度中等至较高。

3. 天然堤微相

天然堤微相是沿河道两侧岸线分布的线状砂体, 岩性主要为粉砂岩、泥质粉砂岩和粉砂质泥岩, 具小型波状交错层理和水平层理, 常含有植物碎屑或茎叶碎片。在垂向上, 以粒度细、层系薄、波状层理发育而区别于下部的边滩微相, 但又常与边滩微相上部层序相似而难以区分两者间的界限。向上与泛滥平原泥质沉积呈渐变过渡。自然伽玛曲线呈小幅度指形。

4. 决口扇微相

决口扇微相由细砂岩和粉砂岩组成, 一般以粉砂岩为主, 并夹有少量泥质粉砂岩和粉砂质泥岩, 主要发育小型状交错层理、水平层理和波状交错层理等。砂体平面形态呈扇形, 垂向上一般呈逆粒序。频繁的决口常在泛滥平原泥质沉积中形成许多间断发育的决口扇沉积夹层。自然伽玛曲线呈中低幅度的漏斗形。

5. 泛滥平原亚相

泛滥平原在曲流河相沉积中最为常见。主要由

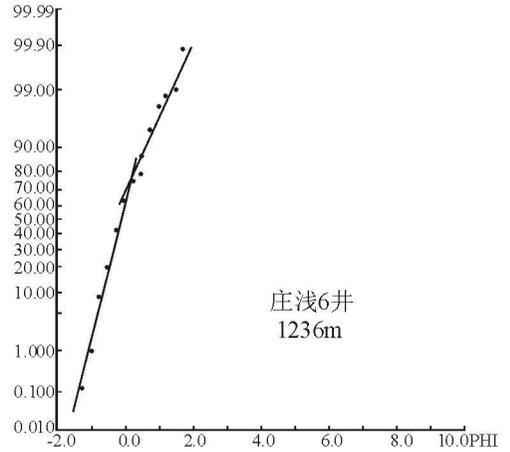
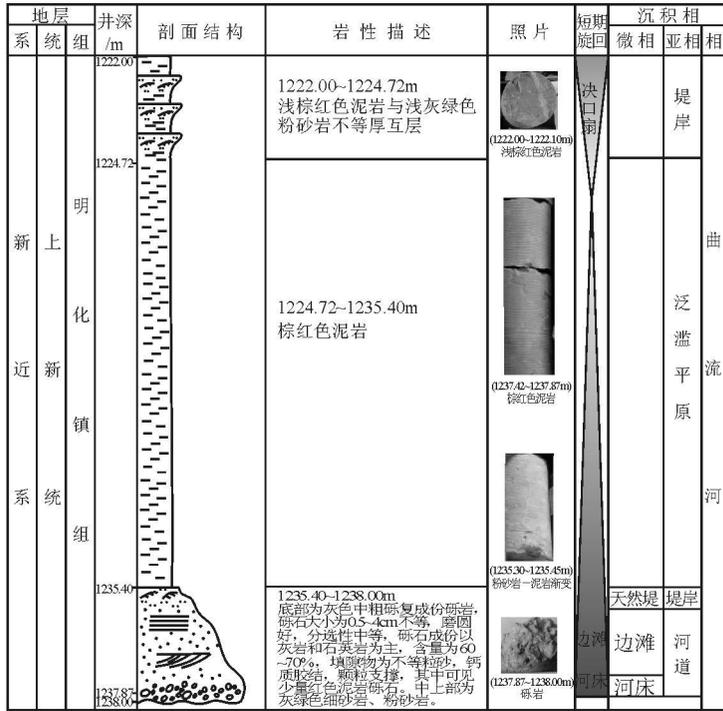


图 6 曲流河相典型剖面与河道粒度分布累计概率曲线图 (庄浅 6 井)

Fig 6 Representative meandering stream section (left) and grain size probability accumulation curves for the sandstones from the Zhuangqian 6 well

棕红色、棕黄色泥岩组成, 夹少量灰绿色泥岩、浅灰色泥质粉砂岩, 发育水平层理, 见少量植物碎屑。自然伽玛曲线呈平行于基线的低幅平直或微齿状。泥岩中有钙质团块, 并发育大量古土壤层。

4 沉积环境演化与沉积模型

通过对研究区单井剖面沉积微相分析和平面砂泥比、厚度变化等的分析, 表明埕宁隆起北坡在整个新近系都以河流相沉积为主, 其中馆陶组为辫状河沉积, 明化镇组为曲流河沉积 (图 7)。

研究区经历了古近纪末的构造抬升, 盆地边缘隆起强烈, 发生强烈侵蚀剥削作用, 因此有大量的碎屑物供给, 同时造成了坡度较陡的古地形, 因此在新近纪盆地开始热沉降时形成辫状河沉积体系。河道宽且浅, 平面上呈多条河道的频繁分叉汇合。垂向上以粗砂和含砾砂岩为主, 通常为多期河道砂体的叠置, 泥岩含量很少。心滩为辫状河沉积的最主要砂体类型 (图 8)。

明化镇组沉积时期盆地继续沉降, 沉积范围逐渐向南扩张, 物源区不断后退。同时由于地形的填平补齐, 坡度变缓, 因此研究区广泛发育河流中下游地区典型的曲流河沉积体系。河道宽度小, 曲率大,

呈弯曲条带状展布, 易发生裁弯取直。垂向上砂岩百分含量低, 洪泛平原沉积占较大比例, 呈“泥包砂”序列。单一期次的沉积呈下粗上细的正韵律层, “二元”结构明显。由于曲流河的弯道段发育规则的螺旋流, 其表层水流指向凹岸, 底部水流指向凸岸, 因此造成凹岸冲刷, 凸岸沉积。河流在垂直于水流方向迁移时, 凸岸不断发生侧向加积, 即沉积边滩, 它是曲流河沉积的最主要砂体类型 (图 9)。

5 结论

(1) 埕宁隆起北坡新近系馆陶组属于辫状河相, 可识别出河床滞留沉积、心滩、洪泛平原等沉积微相, 剖面结构上表现为多个心滩砂体连续叠置, 且底冲刷面非常发育, 溢岸沉积并不发育等特征; 明化镇组属于曲流河相, 可识别出河床滞留沉积、边滩、天然堤、决口扇、泛滥平原等沉积微相, 剖面上具明显的二元结构, 漫滩沉积在垂向序列上占很大比例。

(2) 建立了埕宁隆起北坡新近系馆陶组辫状河与明化镇组曲流河两种沉积模式, 可对储集砂体进行预测和解释, 认为有利储集体主要是不同时期沉积的高能水道心滩和边滩叠置砂体, 其次为河床滞

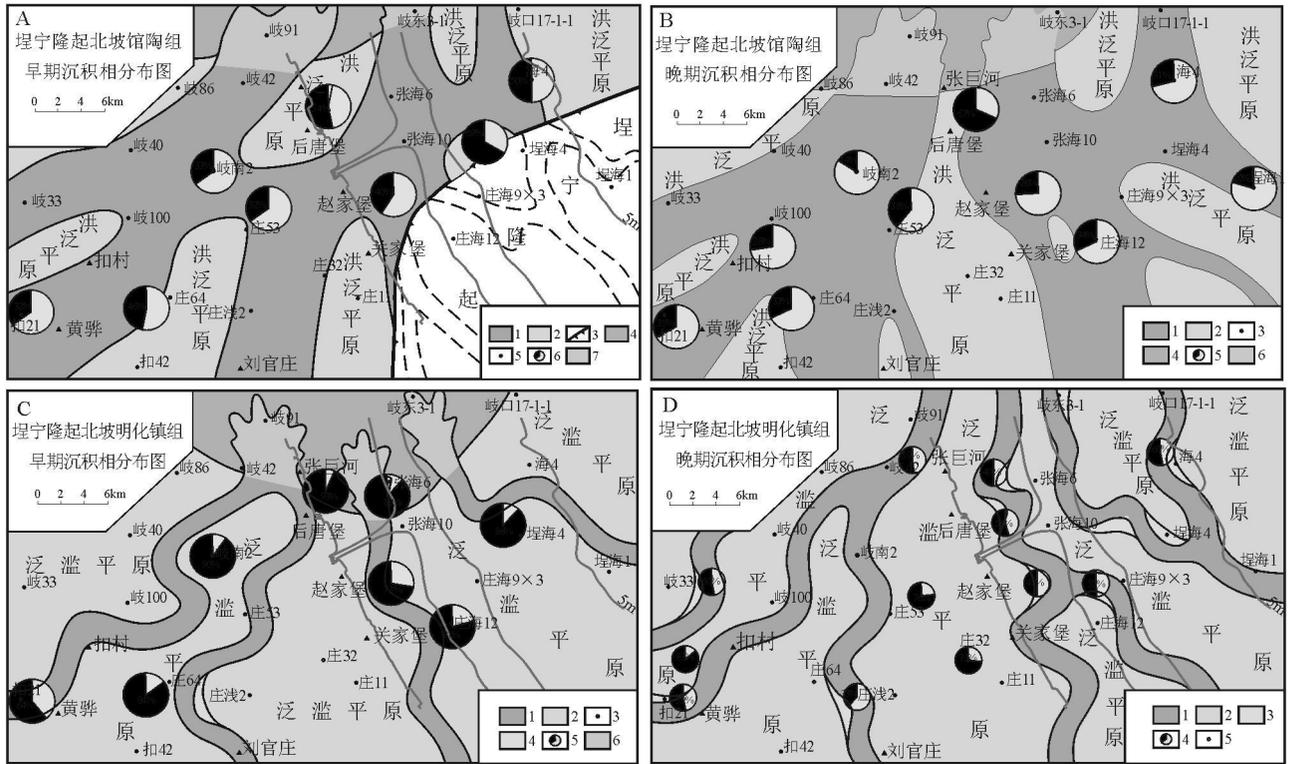


图 7 埡宁隆起北坡新近纪沉积相分布图

A 埡宁隆起北坡馆陶组早期沉积相分布图: 1 辫状河; 2 洪泛平原; 3 剥蚀区; 4 湖泊; 5 井位; 6 砂岩百分含量饼状图; 7 辫状河三角洲。
 B 埡宁隆起北坡馆陶组晚期沉积相分布图: 1 辫状河; 2 洪泛平原; 3 井位; 4 湖泊; 5 砂岩百分含量饼状图; 6 辫状河三角洲。
 C 埡宁隆起北坡明化镇组早期沉积相分布图: 1. 曲流河; 2 泛滥平原; 3 井位; 4 边滩; 5. 砂岩百分含量饼状图; 6 曲流河三角洲。
 D 埡宁隆起北坡明化镇组晚期沉积相分布图: 1 曲流河; 2 泛滥平原; 3 边滩; 4 砂岩百分含量饼状图; 5 井位

Fig 7 Distribution of the sedimentary facies on the northern slope of the Chengning uplift during the Neogene

A The early stage of the deposition of the Guantao Formation: 1= braided stream; 2= flood plain; 3= erosional area; 4= lake; 5= well site; 6= sandstone content percent; 7= braided delta. B The late stage of the deposition of the Guantao Formation: 1= braided stream; 2= flood plain; 3= well site; 4= lake; 5= sandstone content percent; 6= braided delta. C The early stage of the deposition of the Minghuazhen Formation: 1= meandering stream; 2= flood plain; 3= well site; 4= point bar; 5= sandstone content percent; 6= meandering delta. D The late stage of the deposition of the Minghuazhen Formation: 1= meandering stream; 2= flood plain; 3= point bar; 4= sandstone content percent; 5= well site

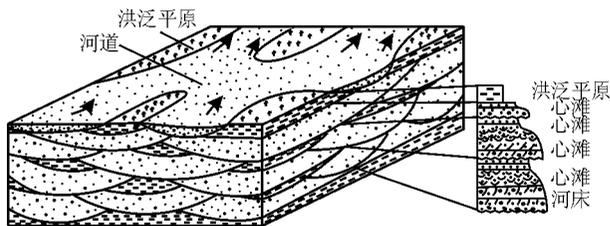


图 8 埡宁隆起北坡馆陶组辫状河沉积模式图

Fig 8 Sedimentary model for the braided stream deposits from the Guantao Formation on the northern slope of the Chengning uplift

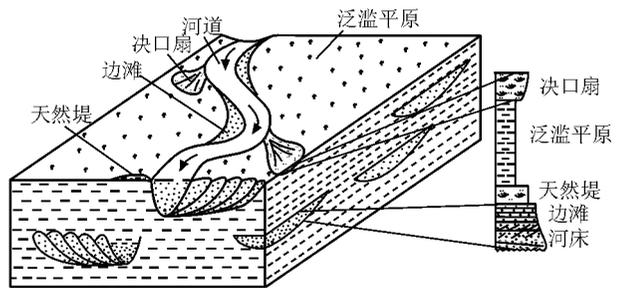


图 9 埡宁隆起北坡明化镇组曲流河沉积模式图

Fig 9 Sedimentary model for the meandering stream deposits from the Minghuazhen Formation on the northern slope of the Chengning uplift

留砂体,而广泛发育的天然堤和决口扇砂体岩性致密,储集性较差,河道带之间的漫滩沉积对储集砂体具有一定的分隔作用。

(3)上述沉积相类型的划分以及沉积模式的建立,可对埕宁隆起北坡新近系不同成因类型的河流砂体进行解释,为油田的井位部署提供重要依据。

参考文献:

[1] 赵贤正,郑良合,李廷辉,等.渤海湾滩海地区构造和沉积特征及有利勘探区带[J].石油地球物理勘探,2004,39(3):348—

353.

- [2] 池英柳.渤海新生代含油气系统基本特征与油气分布规律[J].中国海上油气(地质),2001,15(1):3—10
- [3] 赵红格,刘池洋.物源分析方法及研究进展[J].沉积学报,2003,21(3):409—411
- [4] 武汉地质学院北京研究生院石油地质研究室岩相组,大港油田石油勘探开发研究院勘探室岩相组.黄骅坳陷第三系沉积相及沉积环境[M].北京:地质出版社,1987.
- [5] 王德发,张服民.黄骅坳陷第三系沉积相及沉积环境[M].北京:地质出版社,1987
- [6] 大港油田科技丛书编委会.第三系石油地质基础[M].北京:石油工业出版社,1999

Sedimentary facies types and models for the Neogene deposits on the northern slope of the Chengning uplift

CHEN Rong², LI Yong¹, QIU Dong-zhou³

(1. Institute of Sedimentary Geology, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, Sichuan, China; 2. Museum of Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, Sichuan, China; 3. Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610082, Sichuan, China)

Abstract: The detailed examination of the sedimentary facies on the basis of cores, thin sections, well logs and seismic data have revealed that the Neogene Guantao Formation and Minghuazhen Formation on the northern slope of the Chengning uplift are composed of braided and meandering stream deposits, respectively. These deposits consist of the following sedimentary microfacies: riverbed lag, channel bar, point bar, natural levee, crevasse splay and flood plain microfacies. The Guantaoan and Minghuazhenian sedimentary models are proposed on the basis of the planar distribution and evolution of the sedimentary microfacies for the purpose of the exploration of the reservoir sandstones.

Key words: Chengning uplift, Guantao Formation, Minghuazhen Formation, sedimentary facies, sedimentary model