

文章编号: 1009-3850(2008)01-0039-09

束鹿凹陷古近系沙三下段沉积相特征研究

苏 静¹, 旷红伟¹, 刘俊奇², 覃汉生²

(1. 长江大学 油气资源与勘探技术教育部重点实验室, 长江大学 地球物理与石油资源学院, 湖北 荆州 434023; 2. 中国石油华北油田分公司 勘探开发研究院, 河北 任丘 062552)

摘要: 本文通过岩相特征、沉积构造特征、化石及地球化学特征, 对束鹿凹陷古近系沙三下段的总体沉积特征进行了概述, 将研究区的沉积相类型定为湖泊相。通过对研究区沉积微相的详细分析, 认为厚层块状砂砾岩主要发育贫基质的碎屑流沉积, 浊流沉积及颗粒流沉积少见; 泥灰岩主要发育具有复杂沉积模式的混合沉积, 细分为互层混合沉积、结构混合沉积和夹层混合沉积三种类型。通过对沉积相的平面展布特征的研究表明, 研究区是以碎屑流沉积和混合沉积为主体的半深湖-深湖沉积体系。

关键词: 束鹿凹陷; 沉积相; 砂砾岩; 泥灰岩; 混合沉积

中图分类号: TE121.3

文献标识码: A

束鹿凹陷位于冀中拗陷南部, 是在古生代基底上发育起来的东断西超的半地堑凹陷^[1], 勘探面积约 700 km² (图 1)。东南以新河大断裂为界, 西至宁晋凸起, 北与深县凹陷相接 (邹宏伟等, 1999)。沙三下沉积过程中, 凹陷东、南、西三面均被碳酸盐岩隆起区所包围, 沉积了厚度不同的碳酸盐质砾岩、砂岩、泥灰岩及泥晶灰岩, 不同期的砾岩体相互叠置几乎覆盖了整个凹陷^[2,3]。束鹿凹陷砾岩、泥灰岩主要发育在中洼槽及其周边, 分布广, 厚度大。笔者在钻井地层层位划分和对比、岩心观察、薄片鉴定、地化分析、地震层位标定和地震层位追踪等研究的基础上, 综合分析沙三下亚段为 1 个完整的三级层序 (图 2)。

1 沉积特征

通过对研究区沉积类型的解剖并结合其他资料的分析, 研究区主要具有以下沉积特征:

1.1 岩相特征

沙三下部沉积物以陆源碎屑为主, 但也有盆内

形成的化学沉积物, 按照粒度划分有粗 (砾级)、中 (砂级)、细 (泥级) 三大类。岩石类型以暗色厚层块状砂砾岩和纹层状泥灰岩为主。砂砾岩中砾石成分主要是碳酸盐岩岩屑, 填隙物是砂、粉砂或泥级的碳酸盐岩岩屑和少量灰泥质, 贫基质的碎屑流是其主要的沉积类型。所谓泥灰岩是由于受现场分析化验条件和地质认识的限制, 对泥级沉积物如泥灰岩、油页岩、钙质页岩、钙质泥岩等难以进一步区分, 故将其笼统称之泥灰岩类, 沉积类型主要为混合沉积, 也有一些原地垂直降落沉积。

1.2 沉积构造特征

在岩心观察中, 砂砾岩具滑塌变形构造, 很少见到牵引流形成的沉积构造; 泥灰岩以水平层理为主, 变形构造常见, 有时与砂质条带形成韵律层。

1.3 化石

砂砾岩中化石常见, 但泥灰岩中常见陆生植物茎秆或叶片化石沿层面分布, 说明气候不太干旱, 未见有根系化石出现, 说明泥灰岩非近岸沉积, 偶见动物化石, 如鱼类等。

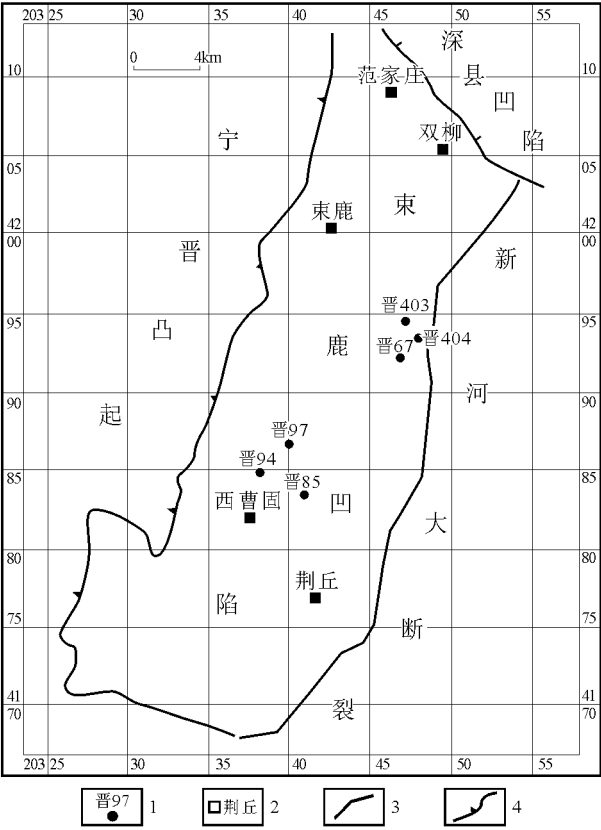


图 1 研究区概况图

1 井号及井位; 2 村镇; 3 断层; 4 剥蚀线

Fig 1 Location of the Shulu depression, Hebei

1 = well number and well site 2 = village or township
3 = fault 4 = denudation line

1.4 地球化学特征

通过对泥灰岩段进行有机地化指标分析发现, 泥灰岩有机质含量较高 (有机碳含量在 1% ~ 1.5% 之间, 平均为 1.2%, 最低为 0.6% ~ 0.8%), 有机质的输入以高等植物所占比例高, 姥植比高 (大于 1) 且相变慢, γ 腊烷含量低, 表明沙三下段沉积时期为水体相对稳定, 气候炎热, 蒸发量大于注入量的半干旱气候, 属淡水、微咸水、偏碱性条件下的弱还原-还原环境。

从上述较细的陆源碎屑岩兼有原地化学岩的岩性特征, 水体较深的水平层理沉积构造特征, 大量植物化石以及鱼化石的出现, 我们将研究区沉积相类型定为湖相沉积。

2 沉积相类型及特征

通过岩心观察、薄片鉴定、测井及地震相分析, 从已识别出的沉积类型出发, 并参考沉积时的古地理背景^[4~6], 研究区共划分出 1 种相、4 种亚相和 6

种微相, 其中每一种微相又是 1 种或多种沉积类型的组合 (表 1)。

表 1 研究区沉积相类型
Table 1 Sedimentary facies types in the study area

相	亚相	微相
湖	深湖	碎屑流、浊流、颗粒流, 原地沉积, 混合沉积
泊	半深湖	原地沉积, 混合沉积, 碎屑流
	浅湖	混合沉积, 碎屑流
相	滨湖	滨湖灰泥, 碎屑流

2.1 深湖亚相

深湖亚相主要分布于东部陡带, 在其他区域仅在水进晚期和西斜坡低水位体系域时期有少量分布, 深湖亚相的沉积类型以块状碎屑流沉积为主, 电阻率曲线为参差不齐的锯齿状, 通常峰值很高, 顶、底多为渐变型, 自然伽玛曲线则呈中幅锯齿状, 顶、底界面为渐变型; 浊流及颗粒流沉积也是深湖亚相的指示, 浊流在测井曲线上通常表现为低伽玛高电阻, 下部齿化箱形向上变为钟形, 颗粒流则表现为漏斗形^[7] (图 3)。

1. 重力流沉积微相

(1) 碎屑流沉积

碎屑流沉积在碳酸盐重力流中是最重要的一类, 多由砾级碎屑构成, 通常呈块状, 基质支撑, 无分选, 无粒序特征, 但其顶部有时可显正粒序。按碎屑物质中砾石的来源不同, 可分为以陆源碎屑为主的碎屑流和以内源碎屑为主的碎屑流, 内源成因的砾屑主要来自斜坡固结或未固结的沉积物滑塌作用, 区内以陆源为主的碎屑流沉积体是主要储集类型之一。

(2) 浊流沉积 (湍流支撑)

本区由于湖泊的规模小, 主要为洪水浊流的范畴在相应沉积剖面中普遍地表现为单一的递变层理, 鲍马序列几乎未见, 浊流层的规模较小, 一般仅数厘米。多发育于低位体系域早期及高位体系域早期。

(3) 颗粒流沉积

颗粒流沉积最显著特征是发育逆粒序及基质含量很少。虽然该类沉积数量稀少, 但由于颗粒流的形成要求相当高的坡度, 它的出现具有重要的地貌意义。

2 混合沉积微相

碳酸盐和陆源碎屑的混合沉积无论是在现代还是古代的沉积中都是颇为常见的。从陆地到海洋、

从浅水到深水都有广泛的分布,并且受双重机制制约,具有复杂的沉积模式,因而其研究难度比单一的碳酸盐或陆源碎屑沉积体系也更大^[8~10]。在陆相混合体系中,在湖泊中最为多见,也最具意义。广义

的混合沉积包括两大类:①碳酸盐岩与陆源碎屑岩高频率交互产出;②岩石中碳酸盐组分与陆源碎屑组分的混合产出。狭义的混合沉积是指上述的第二类^[11,12]。近年来,有关混合沉积的机制问题已引起

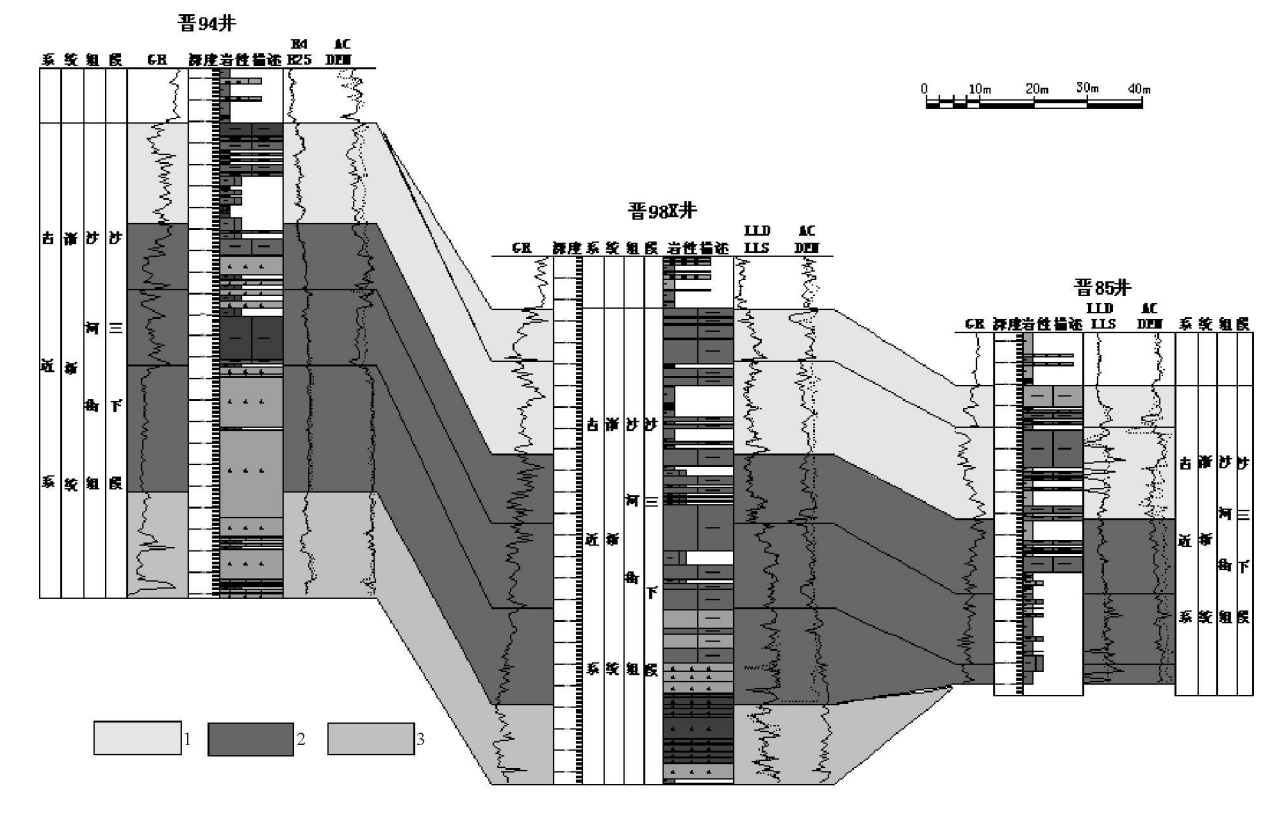


图 2 晋 94井 晋 98X井 晋 85井地层联井剖面

1. 高水位体系域; 2 水进体系域; 3. 低水位体系域

Fig 2 Well tie section across the strata through the Jin 94, Jin 98X and Jin 85 wells

1= highstand systems tract; 2= transgressive systems tract; 3= lowstand systems tract

地 层				自然伽玛 (API)	井 深 (m)	颜 色	岩 性 剖 面	沉 积 构 造	声 波		岩 性 描 述	基 准 面 旋 回	沉 积 相		
系	统	组	段						深测向 浅测向	AC			微 相	亚 相	相
				3 6						150 180					
古 近 系	渐 新 统	沙 河 街 组	沙 三 段		4110	杂 色					上部为小砾岩,夹10cm的灰质泥岩,下部为10cm的砂质灰岩。发育两个旋回,填隙物成分以泥灰岩为主。碎屑流沉积,砾石直径一般为1~2cm,个别达5cm。		碎屑流	深 湖 相	湖 泊 相
					4112						浊流沉积,发育砂质角砾岩,含有少量直径为5cm的粗砾,毫米级的小砾石与砂泥混杂在一起,充大砾石之间的填隙物,具粒度变化。孔、缝均不发育,个别构造缝已被方解石充填。				
					4163	杂 色							浊 流		
					4164										

图 3 晋 67井深湖亚相单井柱状图

Fig 3 Column of the deep lake subfacies through the Jin 67 well

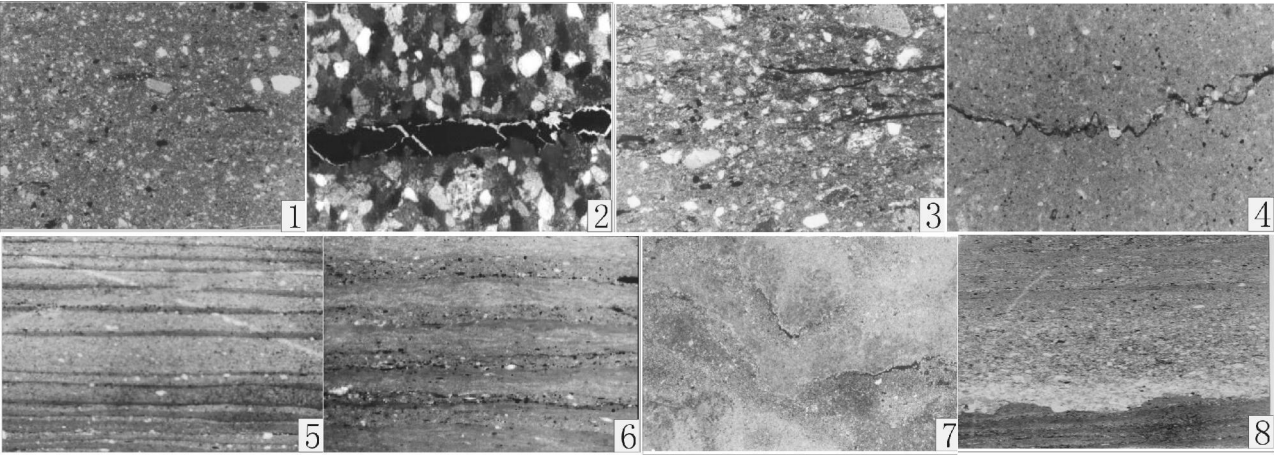


图 4 混合沉积的显微特征

1 灰质泥岩, 含少量粉砂级石英、长石等颗粒, 晋 97 井, 3637.80m 单偏光, 10×10 2 灰质岩屑粉砂岩, 岩屑组分主要为碳酸盐岩岩屑, 构造缝被原油充填, 晋 67 井, 3454.12m 单偏光, 10×20 3 灰质不等粒岩屑砂岩, 晋 404 井, 3592.10m 正交偏光, 10×10 4 泥晶灰岩, 缝合线被有机质充填, 晋 85 井, 3767.80m 单偏光, 10×10 5 纹层状泥晶灰岩, 构造微裂隙及斜交层面的溶缝, 晋 97 井, 3455.4m ×40 6 含陆屑纹层状泥灰岩, 晋 94 井, 3114.87m ×40 7 揉皱变形, 形成层间溶缝, 晋 85 井, 3766.5m ×40 8 具粒度递变的泥晶灰岩, 有纹层, 具底冲刷面, 显粒序结构, 晋 97 井, 3450.2m ×40

Fig 4 Microstructures of the mixed deposits

1. Lime mudstone with a minor amount of silty quartz and feldspar, 3637.80 m, Jin 97 well. Plane polarized light, 10×10 2. Lime lithic siltstone composed dominantly of carbonate rock clasts with structural fissures filled by crude oil, 3454.12 m, Jin 67 well. Plane polarized light, 10×20 3. Lime inequigranular lithic sandstone, 3592.10 m, Jin 404 well. cross polarized light, 10×10 4. Micritic limestone with syplitic lines filled by organic matter, 3767.80 m, Jin 85 well. Plane polarized light, 10×10 5. Laminated micritic limestone with structural microfissures and crossed solution fissures, 3455.4 m, Jin 97 well. ×40 6. Laminated marl with terrigenous clastics, 3114.87 m, Jin 94 well. ×40 7. Wrinkle deformation resulting in the formation of interstratal solution fissures, 3766.5 m, Jin 85 well. ×40 8. Graded micritic limestone showing laminae, basal scour surface and graded structures, 3450.2 m, Jin 97 well. ×40

一些学者的重视^[13-16]。

研究区物源主要来自盆地周边石炭系—二叠系碳酸盐岩构成的隆起区。由于隆起不断上升以及盆地边缘断裂活动, 来源于石炭系—二叠系的灰岩、白云岩砾石早期形成了粗碎屑的深水重力流体系和重力流夹原地或异地灰泥沉积的混合体系, 中晚期与细粒的碳酸盐岩岩屑、碎屑岩岩屑与原地垂直降落沉积形成混合沉积。区内主要存在原地混合和受母源影响的两种混合作用, 表现为 3 种混合类型: ①结构混合沉积(狭义的混积岩), 指碳酸盐岩中含 0%~50% 的陆源碎屑(或碎屑岩中含 0%~50% 的碳酸盐); ②互层混合沉积, 指碎屑岩与碳酸盐岩互层; ③夹层混合沉积, 主要是巨厚的碳酸盐质砂砾岩夹①或②的混合沉积。

(1) 结构混合沉积(狭义的混积岩)

a 以陆源组分为主的混源沉积, 主要有灰质泥岩、灰质粉砂岩和灰质砂岩。

灰质泥岩的泥质含量大于 50%, 泥屑与富含

机质的泥质为主, 其中还可见到少量石英和长石碎屑, 色较暗, 有少量黄铁矿晶体, 灰质以胶结物的形式出现(图 4-1)。

灰质岩屑粉砂岩由陆源碎屑如石英、长石、碳酸盐岩岩屑构成岩石的主要部分, 少量灰质和泥质, 钙质胶结, 碎屑颗粒分选中等到好, 棱角—次棱角状, 较致密, 偶见构造微裂隙(图 4-2)。

灰质砂岩主要为富基质的碎屑流沉积, 由砾、砂、粉砂、泥和灰泥混杂构成混积岩(图 4-3), 笔者将其归入重力流沉积。

b 以内源组分为主的混源沉积主要是含陆屑的泥灰岩及含泥泥晶灰岩(图 4-4), 组分中以原地沉积的泥灰岩或泥晶灰岩为主, 仅有少量陆源组分。它们主要出现在半深湖—深湖的环境中。离物源较近或陆源物质供应充足时, 以含陆屑的泥灰岩为主。反之, 则为含泥晶灰岩。这种沉积的形成一是因为湖泊水体是碳酸钙的饱和溶液, 湖水呈微碱性; 二为陆源物质的供应减少, 有利于结晶碳酸盐岩的形

成。

(2)互层混合沉积(陆源组分与内源组分韵律沉积)

互层混合沉积是本区最重要的沉积类型之一,所谓的纹层状泥灰岩,大部分属于这一沉积类型(图5)。主要由灰质泥岩或泥质灰岩或泥晶灰岩组成明暗相间的条带,有时含丰富的有机质。由于离物源区的远近、物源供应的多少、所处部位的不同和构造运动的影响,互层出现的形式是多种多样的。主要有以下四种:

①纹层界线平行或不平行,薄层暗色泥灰岩与2~3倍于它的亮色泥晶灰岩呈不等厚互层。该沉积表明陆源物质少,以碳酸盐岩清水沉积为主,在静水环境中形成。据薄片分析(图4-5),显泥晶结构,纹层状构造。纹层由泥晶方解石与泥质交互形成。其间分布陆源碎屑,其成分为碳酸盐晶屑和长英质颗粒,见少量黄铁矿和炭屑。

②纹层界线平行,薄层含陆屑灰质泥岩与含泥或不含泥的泥晶灰岩形成韵律层。表明沉积时处于近岸深水区或陆源间歇供给充分的深水环境。据岩石薄片分析(图4-6),为泥状结构。岩石由方解石与泥质混合形成。陆源碎屑及白云石晶屑呈零散状分布。见少量生物碎屑。

③纹层界线波状起伏,但很清晰,在坡度较陡的斜坡环境中,层状沉积物还未固结,就沿着斜坡滑动变形,由于层与层之间物质成分的差异,产生了许多层间裂缝,加上后期溶蚀作用,使之具有较好的渗透空间。从薄片可以观察到(图4-7),具有明显的揉皱变形,易形成层间溶缝。

④由下往上,由砂岩或粉砂岩与泥灰岩及泥晶灰岩形成具粒序变化的递变层(相当于远源浊积岩)所组成的韵律沉积(图4-8),从薄片还可以观察到底冲刷面,粒序结构明显。

(3)夹层混合沉积

在研究区东北陡斜坡,水进晚期和高位体系域发育时期,气候逐渐变得干旱,沉积物供给减少,间歇性的短暂水流使得此区域形成大量重力流沉积夹少量灰泥的夹层混合沉积(图6)。而且,泥灰岩本身也是结构混合或互层混合的混合沉积,且经常含大量有机质,可作为生油岩,重力流沉积可作为储集层,形成良好的生储盖组合。

2.2 半深湖亚相

深湖与半深湖的界线不甚明显,垂向上判断二者的相界线主要基于以下几个方面:①沉积类型和沉积构造,如凡出现浊流的地方划归深湖;②继承性,如东部陡带深槽中,只能是深湖沉积,晋97井低

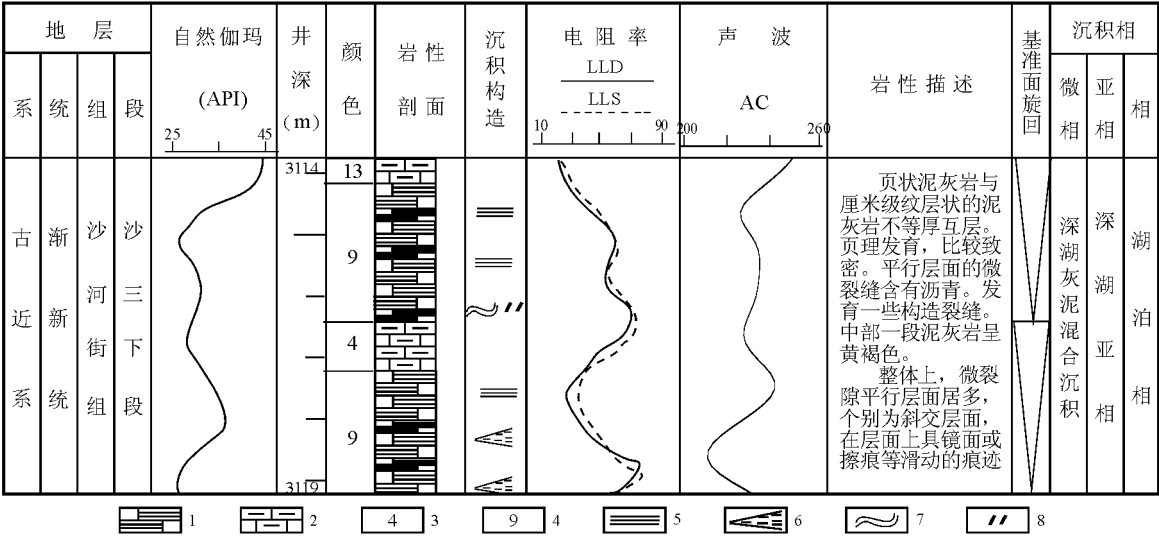


图5 晋94井深湖灰泥互层混合沉积柱状图

1 页状泥灰岩; 2 泥灰岩; 3 棕黄色; 4 褐色/灰褐色; 5 水平层理; 6 泥质条带; 7 磨光面; 8 擦痕

Fig 5 Column of the deep-lake lime mud interbedded mixed deposits through the Jin 94 well

1= shaly marl 2= marl 3= brownish yellow 4= brown and grayish brown 5= horizontal bedding 6= argillaceous band 7= polished surface 8= stratification

混合 a b c类外, 常见夹层混合沉积; 发育水平层理、滑塌构造、变形构造, 含植物碎片。由于泥质含量较深湖相略低, 碳酸盐岩含量偏高, 测井曲线的总体特征是一致的, 但伽玛的幅度值较前略低, 电阻率幅度值略高; 裂缝发育的地方声波时差值突然增高, 这一特点在本区表现得很明显(图 7)。

2 3 浅湖亚相

受沉积古地理继承性影响, 本区浅湖沉积不太发育, 且主要分布于荆丘和西斜坡主断裂以西, 少量在台家庄晋 403井以北低水位沉积时期, 沉积物以碎屑流为主。测井曲线上出现低伽玛块状高阻。

2 4 滨湖亚相

由于继承性影响, 零星出露于荆丘地区, 以陆源沉积为主, 以发育一套棕红色泥岩和灰色“灰岩”为特征, 测井曲线上泥岩为中等伽玛和中等电阻值, 微齿化; 灰岩较泥岩伽玛值低, 齿化程度加强, 电阻率值略增高, 但整体与上覆层特征相似, 同下伏层(高伽玛, 低电阻)差异较大。

3 沉积相在平面上的展布特征

沉积相的分布受构造、气候、物源等因素的影响, 研究区沉积相的平面展布体现了这一特点。结合单井、剖面及砾岩体地震相特征, 各体系域沉积时期沉积相在平面上的展布特征如下:

3 1 低水位体系域期

受古地形及构造运动的影响, 研究区低水位体系域沉积时期, 整个区域以粗碎屑砾岩为主, 晋 403井附近区域受古断层影响, 此期处于浅湖环境, 有一定的坡度, 加之物源近, 沉积了一套浅湖碎屑流沉积, 并向西南方向水体加深, 逐渐变为半深湖 深湖环境; 西斜坡早期坡度较陡, 以深湖 半深湖碎屑流为主, 但荆丘在此时期处于构造的高部位^[17], 发育红色泥质沉积, 故虽有细粒沉积, 但以陆源组分为主, 为滨浅湖泥夹碎屑流沉积; 西面和西北方向受边界断层及地层超覆影响, 早期未接受沉积(图 8)。

3 2 水进体系域期

受构造沉降及水进影响, 研究区整体以半深湖-深湖沉积为主, 水进早中期, 东坡脚仍以碎屑流沉积为主, 西斜坡靠沉积中心一侧, 在水进早期以碎屑流沉积为主, 中晚期以灰泥互层混合沉积为主, 而远离沉积中心的一侧, 水进早期主要是碎屑流沉积, 中期为碎屑流与灰质泥岩形成夹层混合沉积; 到晚期水体加深, 全区大部分处于深湖互层混合沉积环境, 东坡脚为深湖夹层混合沉积, 荆丘略浅, 为半深湖互层

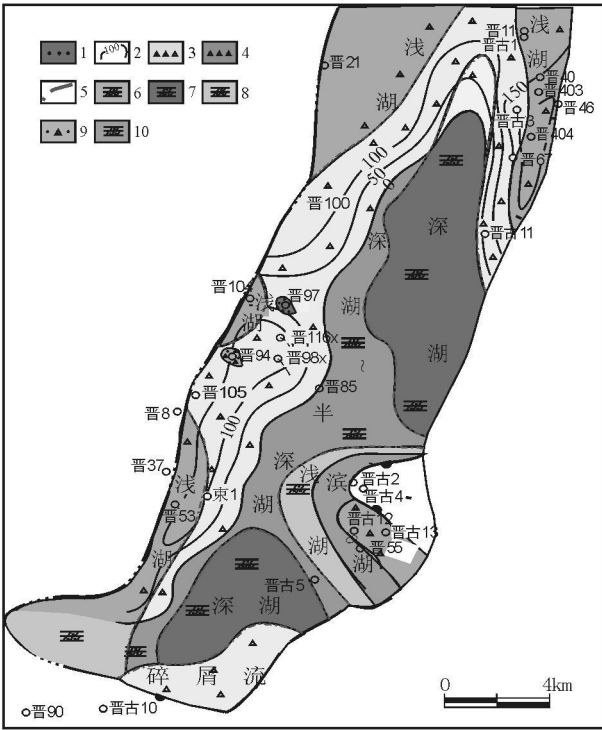


图 8 束鹿凹陷中南部沙三下段低水位体系域沉积相平面图

1. 浊流; 2 角砾岩等值线; 3 半深湖碎屑流; 4 浅湖碎屑流; 5 相界线; 6 半深湖泥灰岩; 7 深湖泥灰岩; 8 浅湖泥灰岩; 9 滑塌沉积; 10 滨湖泥灰岩

Fig 8 Plan of the sedimentary facies in the lowstand systems tract in the lower part of the third member of the Paleogene Shahejie Formation in the south-central Shulu depression

1= turbidity current 2= breccia isoling 3= semi-deep lake debris flow 4= shallow lake debris flow 5= facies boundary 6= semi-deep lake marl 7= deep lake marl 8= shallow lake marl 9= slump deposits 10= littoral lake marl

混合沉积, 浅湖沉积分布在西面主断层以西区域(图 9)。

3 3 高水位体系域期

此时构造沉降减缓, 气候也较前期干旱, 水体较前期有所下降, 以半深湖碎屑流和混合沉积为主, 甚至在西北和西南, 以及荆丘一带, 还出现有浅湖沉积(图 10)。

4 结 论

(1)束鹿凹陷沙三下段沉积总体特征为较深水沉积环境, 整个沉积时期水体较为稳定, 且沉积时的水体非强还原环境;

(2)通过对研究区沉积微相的详细分析, 厚层

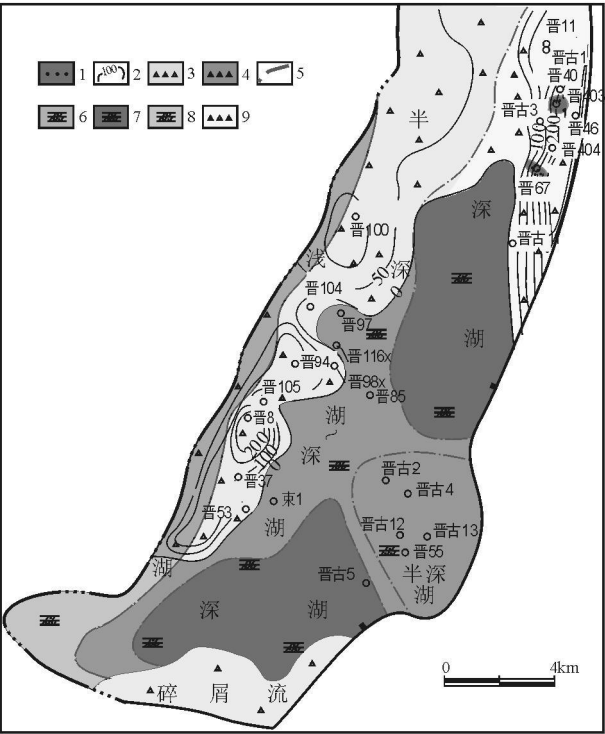


图 9 束鹿凹陷中南部沙三段下段水进体系域沉积相平面图

1 浊流; 2 角砾岩等值线; 3 半深湖碎屑流; 4 浅湖碎屑流; 5 相界线; 6 半深湖泥灰岩; 7 深湖泥灰岩; 8 浅湖泥灰岩; 9 深湖碎屑流

Fig 9 Plan of the sedimentary facies in the transgressive systems tract in the lower part of the third member of the Palaeogene Shahejie Formation in the south-central Shulu depression

1= turbidity current 2= breccia isoline 3= semi-deep lake debris flow 4= shallow-lake debris flow 5= facies boundary 6= semi-deep lake marl 7= deep-lake marl 8= shallow-lake marl 9= deep-lake debris flow

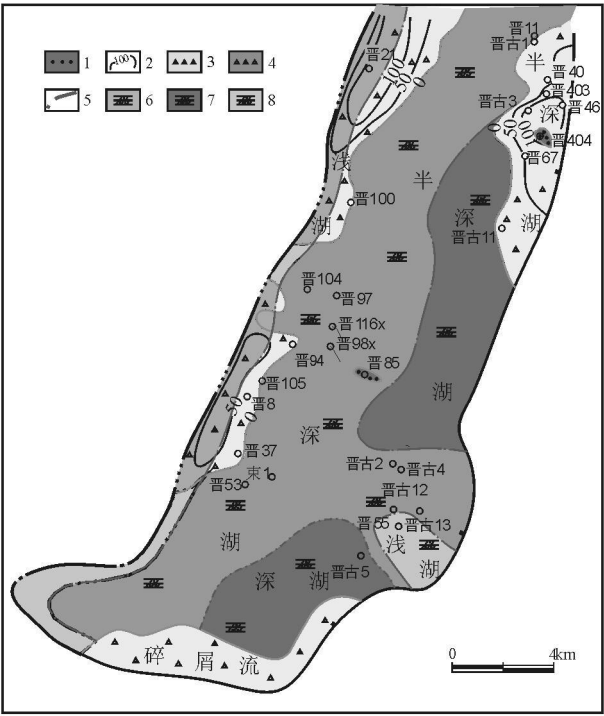
块状的砂砾岩主要发育贫基质的碎屑流沉积, 浊流沉积及颗粒流沉积少见; “泥灰岩”主要发育具有复杂沉积模式的混合沉积, 具体细分为互层混合沉积、结构混合沉积和夹层混合沉积三种类型;

(3) 通过对沉积相的平面展布特征的研究表明, 研究区是以碎屑流沉积和“泥灰岩”混合沉积为主体的半深湖-深湖相沉积。

参考文献:

[1] 刘秋生, 李火车, 何碧竹, 等. “花窗结构, 菱形中心”——断陷盆地的沉积规律[J]. 石油与天然气地质, 2001, 22(3): 217—220

[2] 王蛟, 陈世悦, 姜在兴, 等. 胜利油田车镇凹陷沙河街组二、三



矿业大学出版社, 1993, 35—43

[11] 沙庆安. 混积岩一例——滇东震旦系陡山沱组砂质砂屑白云岩的成因[J]. 古地理学报, 2001, 3(4): 56—60

[12] 沙庆安. 混合沉积和混积岩的讨论[J]. 古地理学报, 2001, 3(3): 63—66

[13] 张锦泉, 叶红专. 论碳酸盐与陆源碎屑的混合沉积[J]. 成都地质学院学报, 1989 16(2): 87—92

[14] 张雄华. 混积岩的分类和成因[J]. 地质科技情报, 2000 19(4): 31—34

[15] 郭福生. 浙江江山藕塘底组陆源碎屑与碳酸盐混合沉积特征及其构造意义[J]. 沉积学报, 2004, 22(1): 136—141

[16] 王国忠. 南海北部大陆架现代礁源碳酸盐与陆源碎屑的混合沉积作用[J]. 古地理学报, 2001, 3(2): 47—54

[17] 阳文生, 赵力民, 侯守探, 等. 精细储层描述在荆丘油田调整挖潜中的初步实践[J]. 石油实验地质, 2000 22(04): 375—381

Sedimentary facies in the lower part of the third member of the Palaeogene Shahejie Formation in the Shulu depression, Hebei

SU Jing, KUANG Hong-wei, LIU Jun-qí, QN Han-sheng

(1. School of Geophysics and Petroleum Resources, Yangtze University, Jingzhou 434023, Hubei, China; 2. Research Institute of Petroleum Exploration and Development, North China Oil Field Branch, PetroChina, Renqiu 062552, Hebei, China)

Abstract: The present paper deals with the sedimentary features of the lower part of the third member of the Palaeogene Shahejie Formation in the Shulu depression, Hebei on the basis of sedimentary facies and sedimentary structures, plant remains and geochemical signatures. The detailed study of the sedimentary microfacies has disclosed that the thick massive sandstone and conglomerate are dominantly composed of matrix-poor debris flow deposits with rare turbidity current deposits and grain-flow deposits. The marl mainly consists of the mixed deposits, which may be subdivided into the interbedded mixed deposits, structural mixed deposits and intercalated mixed deposits. In general, the study area displays, as indicated by the planar distribution of the sedimentary facies in the study area, the semi-deep lake and deep lake depositional systems in which the debris flow deposits and mixed deposits are accentuated.

Key words: Shulu depression; sedimentary facies; sandstone and conglomerate; marl; mixed deposits