

滨南油田毕家断块扇三角洲储层沉积学特征

伍涛 武法东 陈建渝

毕义泉

(中国地质大学, 北京 100083)

(胜利油田滨南采油厂, 山东滨县 256606)

滨南油田毕家断块扇三角洲分为粗粒突变型(近源型)和细粒渐变型(远源型)两种层序。由第四砂层组到第一砂层组,表现为由浅水到半深水的逐渐演化过程。北部边缘同生断层对第一、二、三砂层组碎屑物质供给起控制作用,第四砂层组则具有多物源供给趋势。储层主要是扇三角洲前缘的各种砂体,其中以河口坝、分支河道最为有利。储层垂向非均质性与沉积演化密切相关,构造活动和湖盆扩展的最弱层段非均质性最强(第四砂层组变异系数2.02),构造活动和湖盆扩展最强的层段最弱。

关键词 储层沉积学 毕家断块 扇三角洲 非均质性

第一作者简介 伍涛 男 27岁 助教(硕士) 储层地质

毕家断块位于滨南-利津断裂带的西部,由北高南低,西高东低的向南、东南倾斜的背斜、鼻状、单斜等构造组成,被断层切割成破碎的小断块油田。断层均为正断层,落差30~200 m,断层走向以NEE、近EW向为主,构成向南下降的阶梯状断块。由于断层长期活动,北倾地层与南倾的断层形成“屋脊”式圈闭。滨南油田自东向西划分为三个开发区,即滨一区、滨二区、滨三区。毕家断块位于滨三区内,断块面积约计8 km²,含油层系主要为沙三段下亚段,其构造背景是北高南低的斜坡及南部的鼻状构造(图1),发育扇三角洲沉积体系,北部的边界断层控制了物源供应和相带展布,自北而南相带依次为扇三角洲平原,扇三角洲前缘和前扇三角洲相带。自上而下划分为四个砂层组。

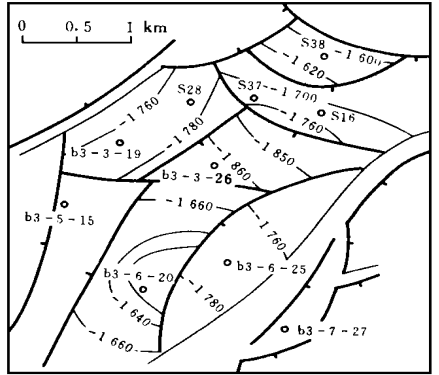


图1 毕家断块 T6构造图

1 沉积体系

以邻区沉积体系研究为基础,在对取芯井岩芯进行精细描述的基础上,依据沉积构造、测井曲线特征分析,认为毕家断块沙三段下亚段为扇三角洲沉积体系,依据主要有:

(1) 研究区地处滨南-利津断裂带上,北邻滨县凸起,从沉积、构造作用过程分析,具备扇三角洲体系发育的基础。

(2) 在单38、单16-33等靠近滨县凸起的井中,发育有多层厚的砾岩,砾石直径一般为0.5~3 cm,具块状或大型交错层理及粒序层理;特别是砾石氧化圈的出现,指示为暴露沉积,这

是区别与水下扇或浊积扇的主要标志之一。

(3) 在所观察、描述的各井岩芯中, 发育总体具反韵律的多个层序, 具有明显的扇三角洲层序结构和进积特征^[1]。

(4) 在深水-半深水暗色泥岩沉积中, 见多层不完整的洪水型和浊积型重力流薄层, 一般单层厚度小于1 cm, 由细砂和粉砂组成, 以平行层理、交错层理及粒序层理为主, 底部略显冲刷。重力流沉积往往呈组出现, 多与变形构造伴生。

(5) 由边缘(砾岩) 向盆地内部(泥岩、油页岩) 反映为岩性及沉积结构的渐变过程。

本区扇三角洲体系可识别出3种沉积组合, 即扇三角洲平原沉积组合、扇三角洲前缘沉积组合、前扇三角洲-湖泊沉积组合。由于构造作用的强度、碎屑供应及湖水面的变化, 不同时期的扇三角洲体系沉积作用的强度及沉积组合所占比例也有变化。

2 层序类型

受边缘断裂及物源区位置、距离的控制, 研究区扇三角洲体系的完整层序表现为反韵律, 主要有两种类型:

2.1 粗粒突变型层序(近源型)

底部为泥岩、油页岩等细粒沉积物构成的前扇三角洲沉积组合, 其上缺少渐变的扇三角洲前缘组合, 而是直接被扇三角洲平原的粗粒厚层砾质沉积覆盖(图2) 。

2.2 细粒渐变型(远源型)

底部的前扇三角洲较发育, 向上逐渐过渡为扇三角洲前缘组合。以前缘砂及河口坝砂发育为特点。层序顶部往往不出现扇三角洲平原组合, 特别是缺少砾质粗粒沉积(图3) 。

近源型形成于近岸陡坡浅水环境, 碎屑供给充分, 坡度大, 同生断裂活跃且起控制作用; 远源型以前扇三角洲及扇三角洲前缘发育为特征, 为湖泊滨岸-半深水的沉积条件, 碎屑供应

充分、变化大, 发育小规模同生断层及浊流沉积。

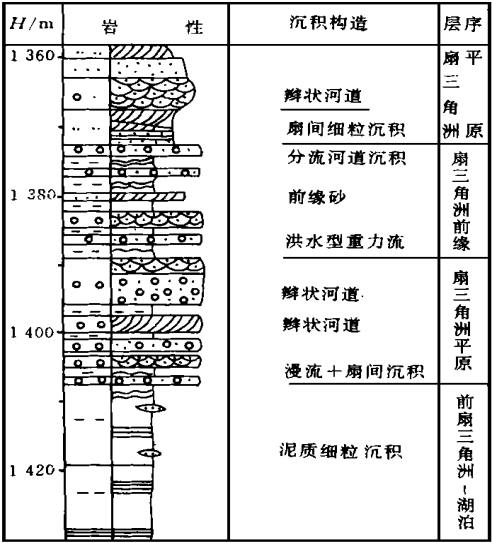


图2 扇三角洲沉积体系组合特点及近源型层序

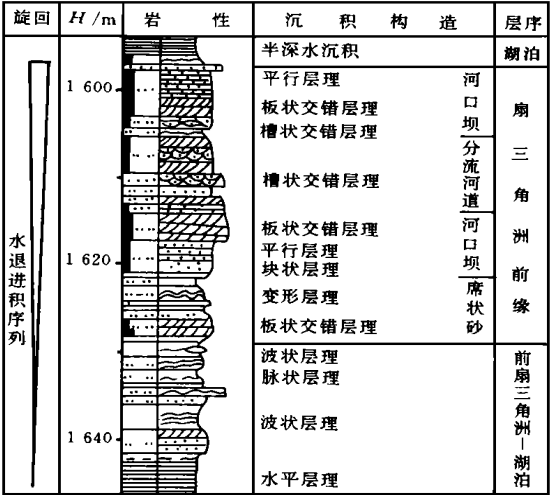


图3 扇三角洲沉积体系组合特点及远源型层序

本区扇三角洲具有如下特点: (1) 粗碎屑沉积物在陆上剥蚀、搬运, 主要在水下沉积; (2) 沉积作用受边界同沉积断层的明显控制, 总体表现为边缘相沉积物粒度粗、地层厚度大; (3) 同生断层活动时, 古坡度大、扇三角洲相带窄、相变快; (4) 扇三角洲平原沉积组合属于近源粗粒沉积, 成分成熟度低, 持续堆积时间长, 扇三角洲前缘-前扇三角洲受浊流影响大; (5) 沉积旋回或小层序以水退进积型为主。

3 沉积演化

在边缘同生断层的控制下, 近源区的北部沙三段下亚段总体以粗粒冲积平原沉积为主, 向南水体逐渐变深、岩性逐渐变细、沉积相带作有规律的变化 (图4), 沉积演化有如下特点:

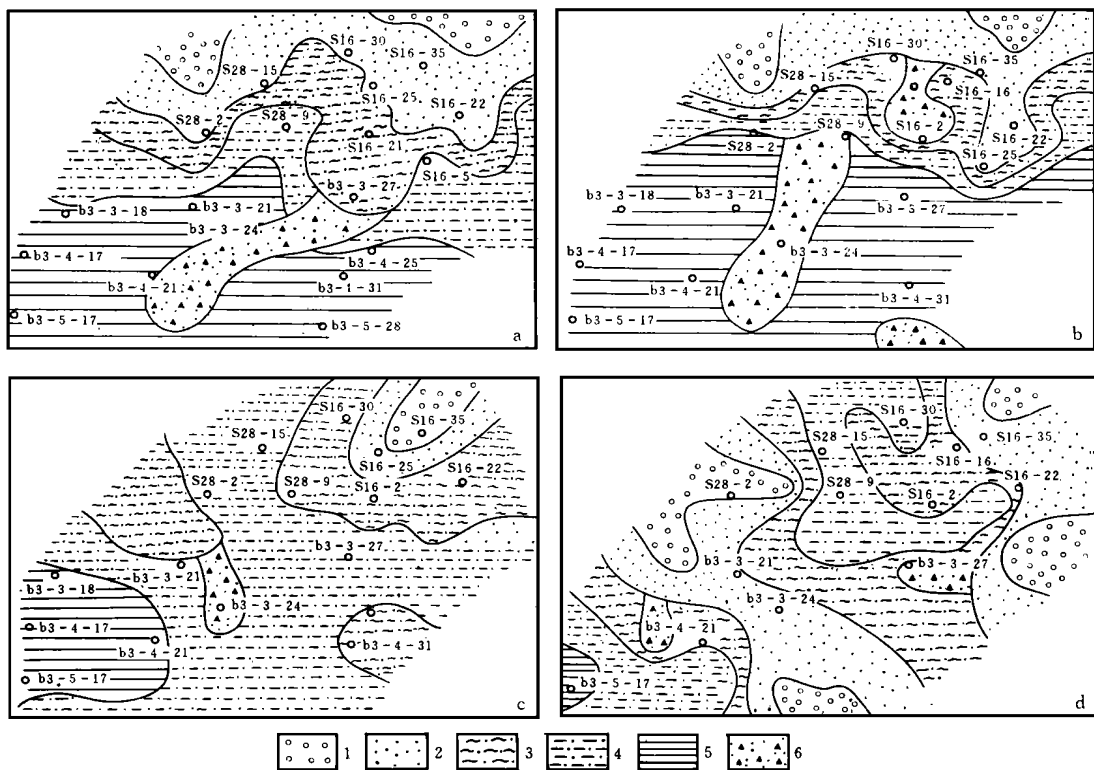


图4 毕家断块沙三段下亚段各砂层组沉积环境配置图

a- 第一砂层组; b- 第二砂层组; c- 第三砂层组; d- 第四砂层组; 1—扇三角洲平原砾质沉积; 2—扇三角洲平原砂质沉积; 3—扇三角洲前缘沉积; 4—前扇三角洲沉积; 5—半深水湖泊; 6—浊流沉积

(1) 自第四砂层组至第一砂层组, 总体表现为构造活动由弱到强, 湖泊扩展作用逐渐加强, 由浅水到半深水的逐渐演化过程。第三、二、一砂层组相近, 与第四砂层组相比具有明显的差异, 反映为两个演化阶段。

(2) 沙三段下亚段主要的沉积组合包括扇三角洲平原砾质沉积、扇三角洲平原砂质沉积、扇三角洲前缘沉积、前扇三角洲沉积和浅水-半深水湖泊沉积。随构造活动强度的差异及演化阶段的不同, 各相带展布范围有一定变化。

- (3) 边缘同沉积断层对沉积相带展布、碎屑物质供应起控制作用,尤其是对第一、二、三砂层组的控制更为明显。
- (4) 第四砂层组具有多物源供给的趋势;第一、二、三砂层组的碎屑物质完全由北部供给,相对位置也比较稳定。
- (5) 构造活动强度及湖泊扩展作用以第二砂层组最大。

4 储层特征及影响因素

扇三角洲沉积作为重要的油气储层已为国内外的油气勘探所证实,尤其是扇三角洲前缘的砂(砾)岩体插入前扇三角洲生油岩中,可形成有利的生储盖组合^[2]。毕家断块沙三段下亚段的储层主要为扇三角洲前缘砂,粒度偏细,多为细砂和粉砂。扇三角洲平原的砂砾岩体,由于碎屑分选差,砾间孔多被砂和(或)泥充填,因而物性较差(图5)。储集岩岩性以长石砂岩和岩屑长石砂岩为主,碎屑颗粒成分含量为石英53%,长石37%~40%,岩屑7%~13%,个别可达30%;颗粒分选中等偏差,棱-次棱角状;胶结物主要为泥质和灰质,含量普遍偏低,绝大多数在12%以下,呈接触式或孔隙-接触式胶结;颗粒排列不紧,多为点线接触,粒间孔发育。

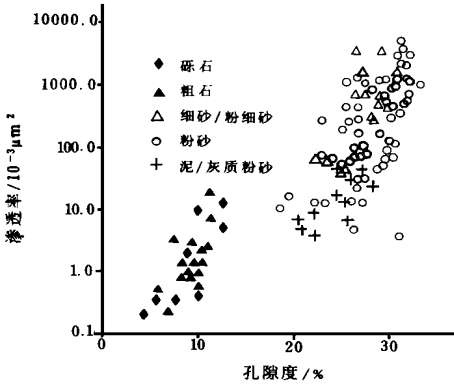


图5 不同岩性的孔隙度、渗透率相关图

储层孔隙小,多是直径介于10~100 μm 的细孔,但连通好,配位数在0~4之间,以0~2为主,孔喉分选好,平均喉道半径介于4~8 μm 之间,属中等大小喉道。根据岩芯的物性分析,孔隙度介于13.5%~35.1%之间,平均为26.6%,且大多数位于25%~30%之间;渗透率变化较大,从 0.72×10^{-3} ~ $5.383 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,平均为 $635.86 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。孔隙结构多为高孔高渗、高孔低渗型,其次为中孔中渗型。

本区的储层主要分布于河口坝、远砂坝、分支水道和前缘席状砂等扇三角洲前缘微相带。由于沉积作用和沉积条件的变化,各微相砂体显示了不同的储层特征(表1)。

表1 各微相砂体储层物性参数表

沉积微相	孔隙度/%				渗透率/ $10^{-3} \mu\text{m}^2$			
	最小值	最大值	平均值	变异系数	最小值	最大值	平均值	变异系数
河口坝	23	30.4	26.6	0.07	13	3 997	621.34	1.57
远砂坝	22	31.7	29.5	0.11	4	621	309.1	0.77
分支水道	17.2	30.1	25.1	0.16	7	2 289	426.8	1.85
席状砂	26.6	31.7	29.6	0.06	75	1 424	773	0.72

河口坝砂厚度较大,一般大于10 m,物性较好,呈反韵律变化,水淹厚度大,是比较有利的微相带。远砂坝与河口坝相似,只是规模和物性要逊色于河口坝。前缘席状砂虽然物性较好,但厚度太小,作为储层意义不大。分支水道广泛分布,是一种重要的储层类型,其物性变化大,底部常出现异常高值,为正韵律油层,见水快,水洗程度高,水淹厚度小。

由于沙三段下亚段埋藏较浅,大部分在1 400~1 700 m 之间,压实作用强度不高,胶结

作用较弱，多为泥质胶结，成岩作用对储层物性的影响主要表现在碳酸盐含量上，从上到下，碳酸盐含量有所增加，因而溶蚀作用也主要发生在下部的第四砂层组。从图6可看出，第四砂层组物性变化大，呈锯齿状，变化趋势和碳酸盐含量的变化趋势大体相反，这说明碳酸盐含量与储层物性有一定负相关性。孔隙度、渗透率具有较好的相关性，显示了相似的变化趋势；粒度中值的变化趋势和孔、渗的变化趋势相一致，显示了较好的正相关性；泥质含量与孔、渗显示了一定的负相关。总的看来，储层的孔隙以原生的粒间孔为主，储层物性主要受沉积因素的控制，后生成岩改造受原始沉积条件的影响，如第四砂层组在其沉积时处于湖盆扩展的初期，水体较浅，有利于碳酸盐的形成。

对比图6和图4可看出，储层物性的变化还和沉积演化有一定的关系，前已述及，第四至第一砂层组，构造活动由弱到强，湖泊扩展作用逐渐加强，反映为两个演化阶段。同时，在物性上也显示了较明显的差别，第四砂层组孔、渗变化大、变化快，而第一、二、三砂层组的孔、渗变化则相对要小一些，这和第四砂层组沉积时水体较浅，具多物源供给不无关系。

第四砂层组的非均质性最强，变异系数为2.02，第三砂层组次之，为1.32，第二砂层组的最小，为0.46，第一砂层组的变异系数为1.23，表明储层非均质性的变化和沉积演化旋回有着密切联系，即在构造活动较弱和湖盆扩展作用的初期，储层非均质性最强；随着湖盆扩展作用的加强，储层的非均质性逐渐减弱，在湖盆扩展作用最大的时期，储层的非均质性最小。

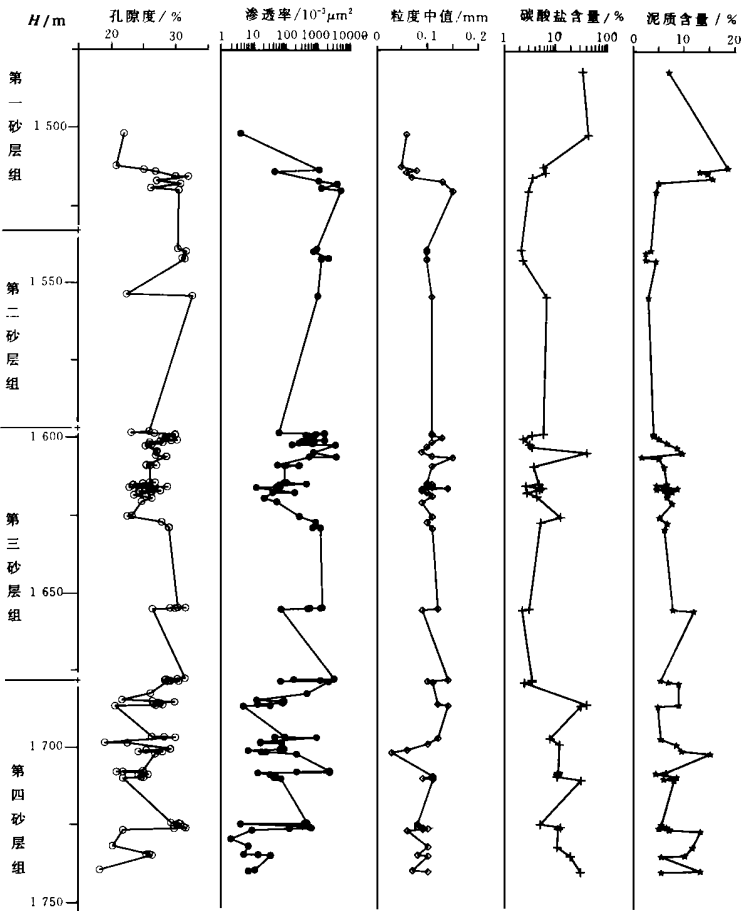


图6 孔隙度、渗透率、粒度中值、碳酸盐含量、泥质含量
随深度变化图

5 结 论

- (1) 本区扇三角洲体系主要发育粗粒序突变型(近源型)和细粒渐变型(远源型)两种层序，表现为反粒序的特征。
- (2) 边界同沉积断层对沉积相带展布、碎屑物质供应起控制作用，尤其是对第一、二、三

砂层组的控制更为明显;第四砂层组显示了多物源供给的趋势,在构造地质背景方面和第一、二、三砂层组有明显差异,反映为两个演化阶段。总体上看,该区构造活动由弱到强,湖泊扩展作用逐渐加强。

(3) 储层主要是扇三角洲前缘的粉、细砂岩,泥质胶结为主,孔隙类型主要为原生粒间孔,孔隙较小但连通性好,表现了较好的储层物性。

(4) 储层物性受沉积作用控制显著,粒度中值和泥质含量对孔、渗性有明显影响。河口坝和分支水道砂体是本区重要的储集砂体,远砂坝和席状砂的储集意义略为逊色。

(5) 储层垂向上非均质性的变化和沉积演化旋回有着密切联系,即在构造活动和湖盆扩展作用最弱的第四砂层组,非均质性最为严重,在构造活动和湖盆扩展作用最强的第二砂层组,非均质性最弱。

参 考 文 献

- 1 王寿庆. 扇三角洲模式. 北京: 石油工业出版社, 1993. 21 ~ 25
- 2 吴胜和, 熊琦华, 龚姚进等. 陡坡型和缓坡型扇三角洲及其油气储层意义. 石油学报, 1994, 15 (增刊): 57

SEDIMENTOLOGY OF FAN-DELTAIC RESERVOIRS IN BIJIA FAULT BLOCK, BINNAN OILFIELD

Wu Tao Wu Fadong Chen Jianyu

(*China University of Geosciences, Beijing*)

Bi Yiquan

(*Shengli Oilfield, Binxian, Shandong*)

Abstract

Two types of fan-deltaic sequences have been identified in Bijia fault block, Binnan Oil-field, i. e. near-source sequence and far-source sequence. The sequences from the fourth to the first sand beds suggest the evolution process of shallow → bathyal water environment. The north marginal contemporaneous fault controlled the debris supply of 1st ~ 3rd sand beds, and the fourth sand bed seemed to have multi-source supplies. Reservoirs in this area are mainly various sand bodies in fan-deltaic front, among which river mouth bars and distributary channels are more favourable. The vertical heterogeneity of the reservoirs are closely related to depositional evolution.