

老爷庙地区东营组储层特征及有利含油相带预测

刘 晓, 曹中宏, 刘翠琴, 李雪芹

(中国石油冀东油田, 河北唐山 063004)

摘要: 老爷庙地区东营组主要发育有扇三角洲、湖泊三角洲、近岸水下扇、水下重力流和湖泊等沉积体系。油气主要分布于(扇)三角洲前缘和(扇)三角洲平原的前端, 其中尤以三角洲前缘的水下分流河道、河口砂坝的储集物性最好, 对油气聚集非常有利, 是主要的储集砂体。储层以粒间溶蚀孔为主, 且随层位的加深孔径减小, 为中低孔、中低渗型储层, 储层物性受沉积相带影响, 它们对油气的聚集有重要的控制作用。庙北地区 Ed_3 凝析油气藏的勘探应予以重视, 庙南地区 Ed_1 可能成为下步勘探的主要目标区, 庙南地区 Ed_3 是不可忽视的领域。

关键词: 老爷庙地区; 东营组; 沉积体系; 储集砂体; 油气富集; 含油相带

第一作者简介: 刘晓, 女, 32 岁, 工程师, 石油地质

中图分类号: P618.130.2⁺1 **文献标识码:** A

南堡凹陷位于黄骅拗陷北部, 为新生代发育的生油凹陷, 经历了早第三系断陷和晚第三系拗陷阶段, 其中早第三系断陷发育过程包括两期裂陷作用, 即早第三纪早期, 主要受西南庄断层和柏各庄断层剧烈活动的影响, 在南堡凹陷北部沉积了巨厚的沙河街组; 早第三纪中后期, 由于高柳断层和西南庄断层的共同影响, 在高柳断层下降盘以西以南地区沉积了东营组^{*}。老爷庙地区则是发育于西南庄断层下降盘的一个滚动背斜构造带。东营组沉积时, 受北侧边缘同沉积断层——西南庄断层和高柳断层活动的控制, 及工区内沉积物的供给、沉积基底的坡度、湖水的进退、湖水面的高低等因素的影响, 工区内出现多种沉积类型。

1 沉积体系

老爷庙地区东营组主要有冲积扇-扇三角洲、湖泊三角洲、近岸水下扇、水下重力流和湖泊沉积体系。

1.1 扇三角洲

主要分布于东营组一段(Ed_1), 由扇三角洲平原、扇三角洲前缘和前扇三角洲组成(图 1, 2)。

扇三角洲平原沉积组合中包括碎屑流、辫状河

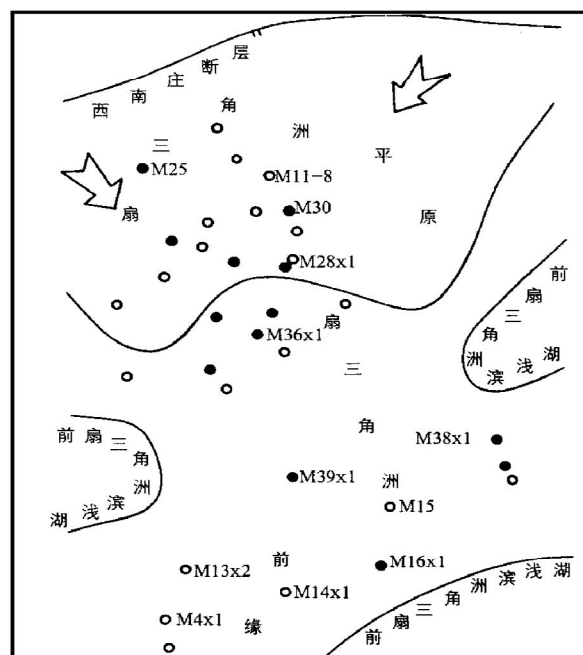


图 1 老爷庙地区 Ed_1 沉积相展布图

Fig. 1 Distribution of Ed_1 sedimentary facies in Laoyemiao region

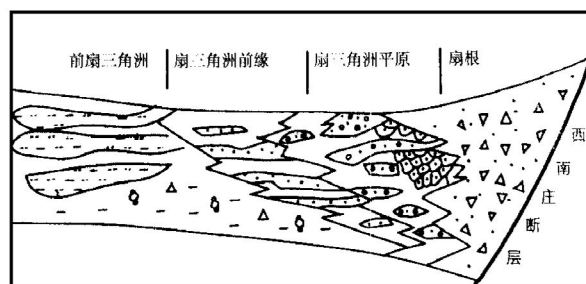


图 2 老爷庙地区 Ed_1 扇三角洲沉积模式图

Fig. 2 Sedimentation model of Ed_1 fan-delta in Laoyemiao region

* 冀东石油勘探开发公司, 北京石油勘探开发研究院, 冀东油田区第二次油气资源评价(科研报告), 1994

收稿日期: 2000-05-23

道、分流河道粗粒沉积和岸后细粒沉积。碎屑流是

扇三角洲平原中的陆上主体部分,岩性以巨厚的层状细砾岩夹泥岩沉积为主;辫状河道由砾质砂岩、含砾不等粒砂岩组成,砾石多定向排列,垂向上表现为正粒序特征;分流河道由含砾不等粒砂岩、粗-中砂岩组成,见大型板状及槽状交错层理、平行层理,自下向上粒度变细;岸后细粒沉积由灰、绿灰褐、紫红色粉砂质泥岩及中-粗砂岩透镜体组成。

扇三角洲前缘主要包括水下分流河道、河口砂坝、分流间湾沉积。水下分流河道由含砾不等粒砂岩和细砂岩组成,底部见冲刷面,含泥砾,发育平行层理、槽状交错层理,测井响应为钟型;河口砂坝主要为中-细砂岩、粉砂岩或其互层组成,常发育平行层理、波状层理;分流间湾主要为灰、浅灰色泥质粉砂岩、粉砂质泥岩、泥岩组成,发育水平层理、微波状交错层理及小型沙纹层理,生物扰动明显。

前扇三角洲为浅湖的一部分,主要由灰、深灰色泥岩、粉砂质泥岩组成,见水平波状层理和变形构造,并夹有湖底浊流沉积薄层。

1.2 湖泊三角洲

由曲流河入湖而成,分布于庙北地区东营组二段(Ed_2),平面上由北向南依次为三角洲平原-三角洲前缘-前三三角洲(图3)。

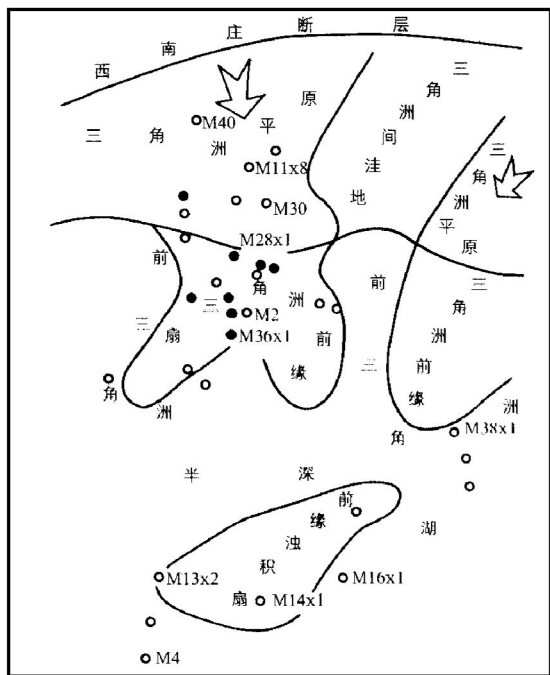


图3 老爷庙地区 Ed_2 沉积相展布图

Fig.3 Distribution of Ed_2 sedimentary facies in Laoyemiao region

三角洲平原指三角洲的水上部分,包括分流河道、陆上天然堤、决口扇、沼泽等沉积。分流河道由层状含砾不等粒砂岩、中-粗砂岩组成。砂体沿纵

断面连续性较好,在横断面上呈透镜状,发育大型交错层理,层间常夹碳屑;天然堤是洪水期越岸水流形成的以粉砂、细砂为主的沉积;沼泽位于分流水道间的低洼部分,发育褐色泥岩,泥炭和碳化植物屑;决口扇是洪水越岸并冲决天然堤在分流水道间形成的沉积,以细砂为主,见小型波纹层理及微波状层理。

三角洲前缘沉积包括水下分流河道、河口坝、分流间湾等沉积类型。垂向上以向上变粗为特征。水下分流河道为三角洲平原分流河道的水下延伸部分,与河口坝共生,由中-粗砂岩及含砾不等粒砂岩组成,底见冲刷面及泥砾,发育平行层理、槽状及板状交错层理、沙纹层理,含泥砾、碳屑及铁质结核。分流间湾主要由深灰色泥岩和粉砂质泥岩组成,发育波状层理,常见生物扰动构造。

前三三角洲是浅湖的一部分,主要为厚层泥岩中夹细粒浊流薄层沉积。

1.3 水下重力流

工区内东营组主要见浊流、滑塌水下重力流、近岸水下重力流水道等沉积类型。

浊流主要由细砂岩组成,通常以薄层状夹在半深湖-深湖泥岩中,庙南地区 Ed_2 较为发育;滑塌水下重力流通常出现在半深湖-深湖或坡度较大的三角洲前缘,由中-细砂岩组成,通常夹在泥岩中或呈大漂砾存在,或泥岩呈大的不规则团块在砂岩中局部出现,有时为较稳定的砾石呈薄层夹在泥岩中,构成水下重力流,主要见于庙南 Ed_2 。近岸水下重力流水道沉积发育于湖盆边缘,当源区持续供给重力流,直接注入湖泊深水区时形成水下重力流水道;岩性由灰褐色、灰色厚层泥岩夹不等粒的砂砾岩、含砾不等粒砂岩和细砂岩组成,颗粒分选、磨圆较差,粒度概率曲线表现为重力流特征,电阻率曲线表现为齿化的箱型,沿水道方向,砂体延伸较短,在横剖面上,砂体多呈透镜状展布,主要见于庙北地区东营组三段上亚段($Ed_3^{\text{上}}$)。

1.4 近岸水下扇

主要发育于庙北地区东营组三段下亚段($Ed_3^{\text{下}}$),岩性主要为灰色砂砾岩、含砾不等粒砂岩、细砂岩与深灰色泥岩呈薄互层。从目前钻井资料来看,基本上不发育陆上部分,泥岩颜色均为深灰色。岩芯观察表明,砂岩底部见明显的冲刷面,频繁出现沙纹层理、滑塌变形构造及不完整的鲍玛序列的C、D、E段。从地震资料来看,明显地呈现

为一套楔状的、杂乱堆积的反射特征,表明砂泥岩分异不明显,分选较差。电阻率曲线表现为指状,整体为钟型,表明向上粒度总体变细的特征。

1.5 湖泊

湖泊沉积体系是断陷湖盆沉积的主要部分,东营组各段均有分布,尤以 Ed_2 和 Ed_3 为多,包括浅湖和深湖两种沉积类型。浅湖沉积物主要由灰、深灰色泥岩、粉砂质泥岩夹粉细砂岩条带组成,见水平及波状层理,保存有完整的腹足类化石,并有碳化的植物碎屑,发育生物扰动构造。半深湖-深湖沉积物主要由深灰色泥岩及粉砂质泥岩组成,常夹水下重力流沉积。

根据目前的勘探现状,从东营组所划分的8个主力油组的沉积相带与油气分布关系可以看出,油气主要分布于(扇)三角洲前缘和(扇)三角洲平原的前端,该相带储集砂体以水下分流河道、河口坝砂体为主,储集物性较好,对油气富集非常有利。

2 储层特征

2.1 岩性

以近物源、低成熟的砂岩为主,主要为岩屑长石砂岩和混杂砂岩,粒度变化较大。填隙物主要为泥质和钙质。薄片分析成果表明,储层孔隙以粒间溶蚀孔为主,少量原生孔及颗粒内孔。但随着层位的加深,平均孔径减小(表1)。颗粒的接触关系以线-点、点接触为主。

表1 老爷庙地区东营组平均孔径统计表

Table 1 Statistics of average pore diameters in Dongying Formation, Laoyemiao region

层位	平均孔径/ μm	样品数/个
Ed_1	85.5	44
Ed_2	66.7	39
$Ed_3^{\text{上}}$	58.4	37
$Ed_3^{\text{下}}$	56.1	34

2.2 展布

由于砂体的几何形态受控于沉积环境,而东营组主要为(扇)三角洲沉积,主要砂体类型为河道砂,少量为前缘的薄层砂。因此从北向南沿沉积物供给方向,砂体纵向上呈条带状展布连通性较好,厚度逐渐减薄。在东西方向上,由于辫状水道的侧向迁移,多期次的河道砂体可以叠合在一起,使储层横向规模加大,但砂体的连通性较差。

2.3 物性

老爷庙地区 Ed_1 和 Ed_2 储层以中孔、中渗型

为主, Ed_3 储层则以低中孔、低渗型为主(表2)。从纵向上看,随着层位的加深,孔隙度、渗透率明显下降。从平面上看,储集物性的高值区均分布于沉积体的中部,即(扇)三角洲的前缘相带。该相带岩性为细砂岩和含砾不等粒砂岩,粒度适中,颗粒分选磨圆好,杂基含量较低,形成比较好的储集空间。由此可见,影响储集物性的主要因素为沉积作用和成岩作用^[1]。

表2 老爷庙地区东营组储层物性统计表

Table 2 Statistics of reservoir physical property in Dongying Formation, Laoyemiao region

层位	孔隙度/ $\%$		渗透率/ $10^{-3}\mu\text{m}^2$		评价
	一般范围	峰值范围	一般范围	峰值范围	
Ed_1	19~28	24~26	20~2 000	100~200	中高孔中渗
Ed_2	18~24	20~23	10~500	60~100	中孔低中渗
$Ed_3^{\text{上}}$	14~22	17~18	1~100	25~40	低中孔低渗
$Ed_3^{\text{下}}$	12~19	15~16	0.3~20	1~2	中低孔特低渗

2.4 评价

本次研究工作主要从沉积相带、储集砂体类型、储集物性、含砂率等几方面并结合构造特征进行综合评价*,认为庙北地区 Ed_1 、 Ed_2 储层为最好,也是目前工区内探明油气的主要层段之一,其次为庙北地区 $Ed_3^{\text{上}}$ 和庙南地区 Ed_1 储层,再次为庙南地区 Ed_3 储层,庙北地区 $Ed_3^{\text{下}}$ 储层最差。

3 预测

(1) 重视庙北地区 Ed_3 凝析油气藏的勘探。研究成果表明,老爷庙地区 Es_1 — Ed_3 烃源岩的母岩类型为 II_1 — II_2 型,以 II_2 型为主(偏腐殖型),具备生气的物质基础。从热演化阶段来看,是形成凝析油气的主要阶段。虽然庙北地区 $Ed_3^{\text{上}}$ 水下重力流水道沉积的砂体储层物性较差,对石油储集不利,但对凝析油气-天然气的储集却非常有利,庙103×1井的钻探已证实了这一点。此外, Ed_3 的勘探程度也相对较低,因此,其勘探潜力是非常大的。

(2) 庙南地区 Ed_1 可能成为下步的主要目标区。庙南地区 Ed_1 主要处于扇三角洲前缘相带,砂体发育,储集物性好,孔隙度一般为 17% ~ 20% 。截止目前为止,已有3口井获得工业油流。因此,构造有利部位的勘探潜力很大。

(3) 庙南地区 Ed_3 是不可忽视的领域。从沉积相带而言,庙南地区 Ed_3 储层主要为扇三角洲的

* 中国石油冀东油田,中国石油勘探开发研究院·老爷庙地区储层地球化学及油层损害机理分析研究(科研报告),1997

前缘砂和浊积砂,砂体比较发育,孔隙度较高,一般为12%~16%,但从目前的勘探状况来看,试油结果不太理想,主要是产液量普遍低且产出水的总矿化度偏低,初步怀疑为试油不彻底。因此开展庙南地区老井复查工作,加强对庙南地区试油工艺的改

进,有可能获得较大突破。

参 考 文 献

- 1 裘怿楠,薛叔浩. 油气储层评价技术[M]. 北京:石油工业出版社,1997

PREDICTION OF OIL-BEARING FACIES BELTS AND RESERVOIR CHARACTERISTICS OF DONGYING FORMATION IN LAOYEMIAO REGION

Liu Xiao Cao Zhonghong Liu Cuiqin Li Xueqin
(Jidong Oilfield Company of China Petroleum, Tangshan, Hebei)

Abstract: The Dongying Formation in Laoyemiao region consists of far-delta, lake delta, neritic subaqueous fan and subaqueous gravity flow and lake depositional systems. Oil and gas are mainly distributed in the frontal zones of far-delta and far-deltaic plain. The subaqueous distributary river channels and river mouth sand bars in deltaic frontal zone are the main reservoir sandbodies. The intergranular soluted pores are the main preserving spaces of the reservoirs which decreased with the increase of buried depth, the porosity and permeability are of low-mid type. Hydrocarbon accumulation is controlled by sedimentary facies zone. It is pointed out that the exploration of Ed_3 condensed oil and gas pools in north Laoyemiao region should be taken into account, and that Ed_1 and Ed_3 of the southern part of Laoyemiao region would be the main targets for exploration in future.

Key Words: Laoyemiao region; Dongying Formation; depositional system; reservoir sandbody; hydrocarbon enrichment; oil-gas bearing facies zone

(上接第332页)

INTERPRETATION METHOD ON LOW QUALITY SEISMIC DATA OF COMPLEX FAULTED BLOCKS

Zhang Yulan Chen Xiande Zhai Ruiguo Guo Yinju Zhang Wenlin
(Jidong Oilfield Company of China Petroleum, Tangshan, Hebei)

Abstract: The reasonable thinking of interpreting low quality seismic data of complex fault block is to interpret large fault controlled structural framework and the whole structural feature first, then interpret small structures and oil layers within big block. In the interpretation of regional structural feature, coherence data set block was used to study fault distribution regularity; structural model built according to 2-D section was used to interpret low quality 3-D seismic data; to interpret regional structural feature based on fault distribution. In local structure interpretation, one should pay attention to the interpretation of the top structures of oil horizon and the correlation of reflecting horizon; then use pre-stacking depth shift data to interpret structures. These method can considerably improve the results of interpretation, the success ratio of drilling can be improved from 38% to 80%.

Key Words: complex fault-block; thinking; method; effect