

车排子凸起沙一段近源体系沉积相分析与有利相带预测

于腾飞, 商丰凯, 陈 林, 杨东根

(中国石化胜利油田分公司勘探开发研究院, 山东 东营 257000)

摘要:车排子凸起新近系沙湾组一段发育近物源沉积体系扇三角洲相砂体,但由于砂体沉积规律不清,储层非均质性强,一直未获突破。近期通过对近源体系砂岩成分、粒度以及测井曲线特征等因素分析,对沉积特征进行系统研究,认为研究区扇三角洲前缘亚相水下分流河道微相砂体物性好,可以作为优质储层;而平原亚相砂体物性差,虽不能作为储层,但可对前缘亚相砂体起到物性封堵作用,结合顶底板厚层泥岩,可形成岩性圈闭。最终利用波阻抗反演,落实了两类沉积亚相的分布,初步预测了有利砂体的分布范围,对车排子凸起沙一段近源体系勘探起到了很好的指导作用。

关键词:近源体系;扇三角洲;沉积相;沙湾组;车排子凸起

中图分类号:TE122 **文献标志码:**A

Sedimentary facies analysis and prediction of favorable facies belts in near-source system of the first member of Shawan Formation in Chepaizi Uplift

YU Tengfei, SHANG Fengkai, CHEN Lin, YANG Donggeng

(Exploration and Development Research Institute, Shengli Oilfield Branch, SINOPEC, Dongying 257000, China)

Abstract: Fan delta facies sandbodies of near-source sedimentary system developed in the first member of the Neogene Shawan Formation in the Chepaizi Uplift, but due to unclear sandbody sedimentary rules and strong reservoir heterogeneity, no breakthrough has been achieved in the oil-gas exploration. Recently, through the analysis of the composition, grain size and logging curve characteristics, and other factors of the near-source system sandstone, the sedimentary characteristics have been systematically studied. The analysis results show that the sandbodies of the underwater distributary channel microfacies in the fan delta front subfacies in the study area have good physical properties and can be used as high-quality reservoirs, while the sandbodies of the plain subfacies have poor physical properties. Although it can not be used as a reservoir, it can be used to seal the front subfacies sandbodies. Combined with thick mudstone at the top and bottom, it can form a lithologic trap. Finally, using wave impedance inversion, the distribution range of two types of sedimentary subfacies is confirmed, and the distribution range of favorable sandbodies is preliminarily predicted, which plays a good guiding role in the exploration of near-source system of Shawan Formation in the Chepaizi Uplift.

Key words: near-source system; fan delta facies; sedimentary facies; Shawan Formation; Chepaizi Uplift

前期研究认为,新近系沙湾组地层在整个车排子凸起区广泛存在,其中沙湾组一段(简称沙一段)岩性主要为泥质粉砂岩、泥岩、细砂岩、含砾砂岩、砂砾岩和砾岩。从沉积角度来说,沙一段具有双物源的沉积特征,远源沉积体系为辫状河三角洲相沉积,近源沉积体系为扇三角洲相沉积^[1];其中远源体系辫状河三角洲前缘砂体,物性好、分布广,是沙湾组油藏主要的储集空间,已累计上报超亿吨级储量,同时近源体系扇三角洲砂体,由于对沉积相认识不深入及岩性、物性横向变化大等原因,虽有油气发现,至今未见较大突破。

1 区域概况

车排子凸起位于准噶尔盆地西部隆起,属于次一级构造单元,东界为红-车断裂带,与沙湾凹陷相接;南界为艾-卡断裂,与四棵树凹陷相接;西北界为扎伊尔山;北界为克-夏断褶带(图1)。平面上呈

收稿日期:2019-12-30;改回日期:2020-08-24。

第一作者简介:于腾飞(1985—),助理研究员,从事油气勘探研究。E-mail:309078578@qq.com。

基金项目:国家科技重大专项“准噶尔盆地碎屑岩层系大中型油气田形成规律与勘探方向”(2016ZX05002-002)。

三角形,走向以北西-南东向为主,分东西两翼。由于临近沙湾凹陷和四棵树凹陷两个生烃凹陷,因此可接受两个凹陷的油气供给,油源条件优越^[2]。

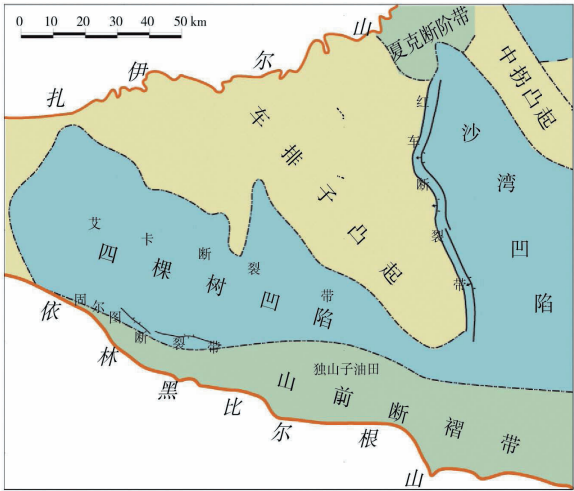


图1 车排子凸起构造位置

2 近源体系沉积特征

2.1 沉积相标志

2.1.1 岩性特征

岩心观察结果显示,沙一段近源体系岩性主要为含砾泥岩、砂质砾岩、砾岩、砂砾岩和含砾砂

岩。砾石的分选和磨圆差,颗粒呈次棱角状-次圆状;岩屑含量较高且成分成熟度偏低,可见杂基支撑,垂向上表现为具明显冲刷底面的下粗上细的正韵律沉积特征,反映强水动力条件下沉积物快速沉积的特征,泥质成分含量变化大,因此沉积期水动力条件变化快。

2.1.2 粒度特征

从区内取心的粒度分析结果来看,砂岩的粒度概率曲线表现为跳跃和悬浮总体组成的弧形和两段式特征(图2),体现了颗粒在牵引流作用下跳跃搬运的方式,反映为中等-较强水动力条件下河道沉积的特征,同时还可表现出发育颗粒流沉积的特点。

2.1.3 测井曲线特征

总体上,从自然电位(*SP*)曲线上来看,表现为钟型-低幅齿状,自然伽马(*GR*)曲线则表现为幅度变化明显的特征,以上岩性和电性特征均表现出明显的近源扇三角洲相快速沉积的特征(图2)。

2.2 沉积亚相及其特征

根据岩心分析与测井响应特征,对区内扇三角洲相进行了沉积亚相的进一步细分,将其分为扇三角洲平原、扇三角洲前缘以及前扇三角洲三个亚相^[3-7]。

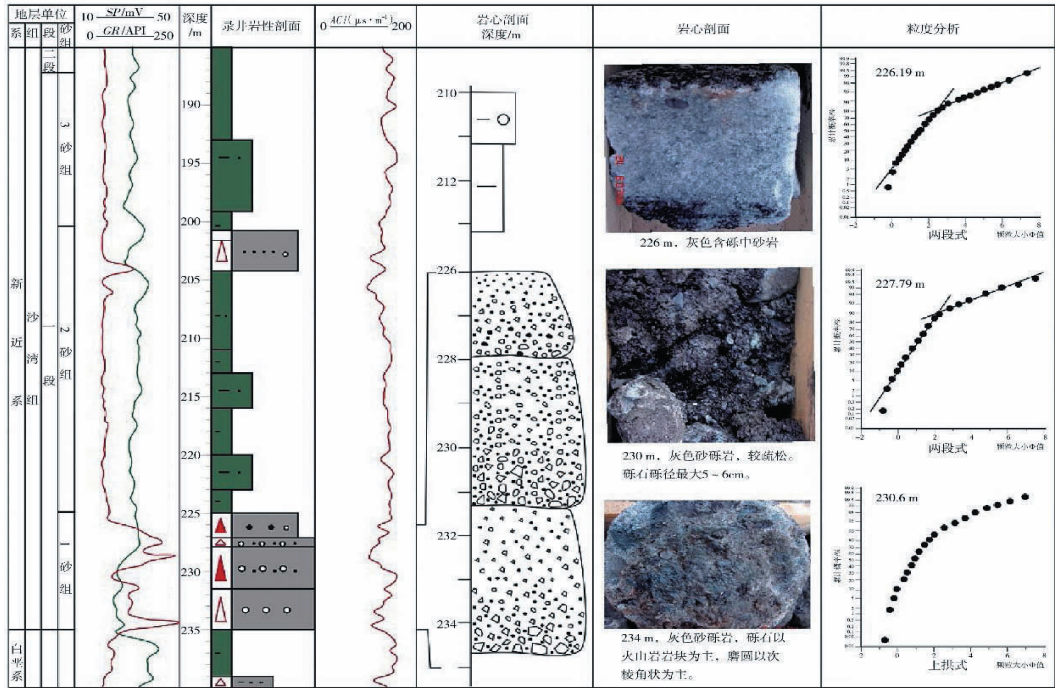


图2 车排子凸起沙一段近源砂体单井相分析

扇三角洲平原亚相为整个扇三角洲相的水上部分,以牵引流和沉积物重力流的粗粒沉积物为特征,主要发育两种沉积微相:辫状水道与水道间。其

中碎屑水道岩心上表现为分选差;辫状水道微相岩性以砾岩、含砾砂岩为主,岩心上表现为混杂堆积,成熟度低,分选差—中等,岩石由泥质胶结,测

井响应为顶部略呈钟形的高幅锯齿状箱形。水道线呈中—高幅的锯齿状指型(图3)。间微相常为浅灰褐色粉砂岩或含砾泥岩，测井曲

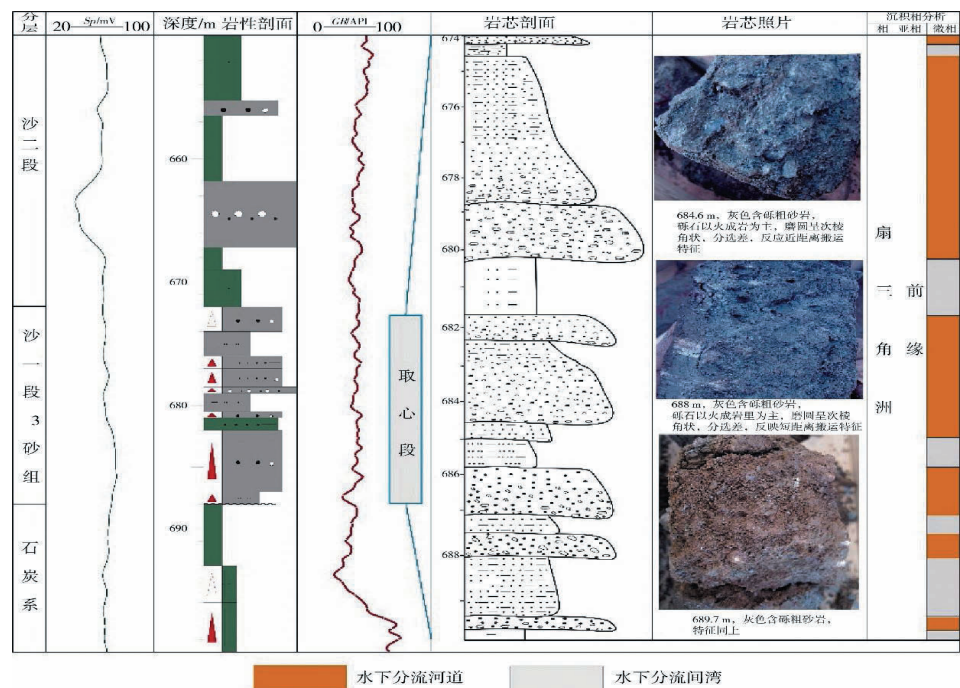


图3 车排子凸起沙一段扇三角洲前原亚相单井相分析

扇三角洲前缘亚相主要为水下沉积环境,可细划出水下分流河道、河口坝和水下分流间湾等微相。其中,水下分流河道微相砂体以中—细砾岩为主,颗粒的分选、磨圆较好,发育槽状交错层理等沉积构造,测井曲线表现为中高幅钟形。河口坝局部发育在扇三角洲前缘前端,岩性以含砾粗砂岩、细砾岩等为主,砾石分选、磨圆好,主要沉积构造为板状交错层理,测井曲线表现为中幅漏斗形。分流间湾微相为水道间的细粒沉积,岩性主要为粉砂岩,测井曲线表现为低幅指形(图4)。

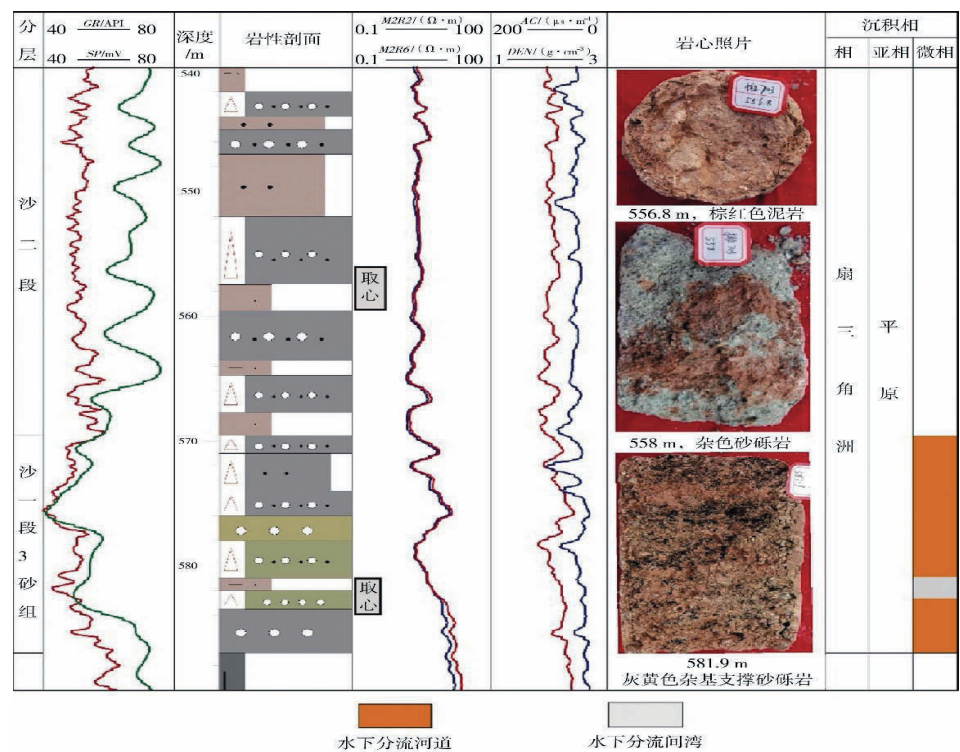


图4 车排子凸起沙一段扇三角洲前原亚相单井相分析

前扇三角洲亚相以较深水的静水沉积物为主,岩性主要为泥质和粉砂,测井曲线形态为低幅锯齿状线形^[8-10]。

3 油气地质意义

3.1 储层物性

表1 车排子凸起沙湾组近源体系储层物性分布

井名	岩 性	孔隙度/%	渗透率/ $10^{-3} \mu\text{m}^2$
P70	油斑含砾砂岩、砂砾岩	23.0	115.00
P701	油斑砾状砂岩、砂砾岩	22.3	96.00
S8	砂砾岩	9.62	2.31
S8c	砂砾岩、含砾砂岩	10.2	2.97
S11	含砾砂岩、细砾岩	12.4~23.0	3.68~63.01

运用试油法,对有效储层物性下限进行厘定,确定近源体系有效储层物性下限为孔隙度16%,渗透率 $21 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ (图5)。

进一步统计发现,扇三角洲平原亚相储层物性均小于有效储层物性下限值,而扇三角洲前缘

研究区近源体系砂体取心的物性分析结果显示,近源体系扇三角洲储层孔隙度分布于9.6%~23%,渗透率分布于 $(2.3 \sim 115) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ (表1),多口井试油结果表现出液量较大的特点,说明近源体系能发育有利储层。

亚相储层物性则多大于有效储层物性下限值(图6),表明区内扇三角洲平原亚相均为无效储层,但可能为一套封堵层,储层通常发育在扇三角洲前缘,受扇三角洲平原亚相封堵,形成大量的岩性圈闭。

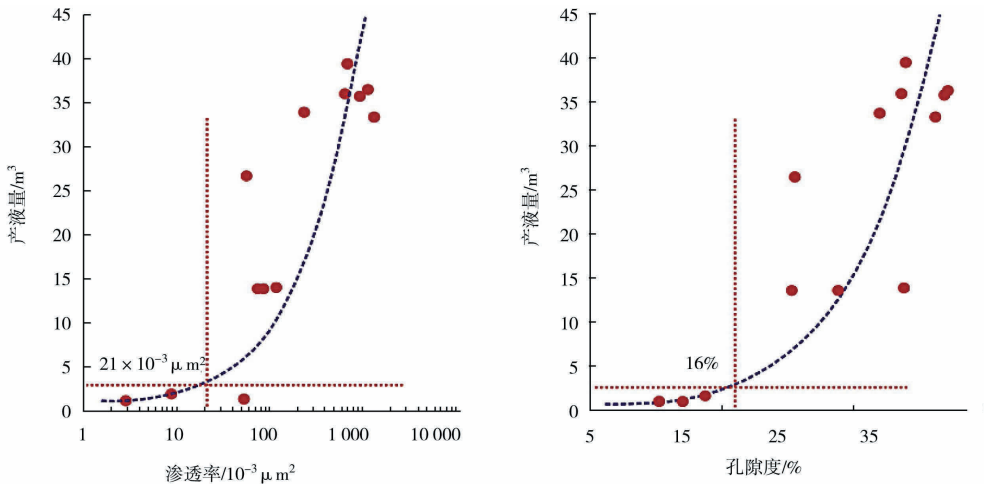


图5 车排子沙湾组近源体系储层物性-产能关系

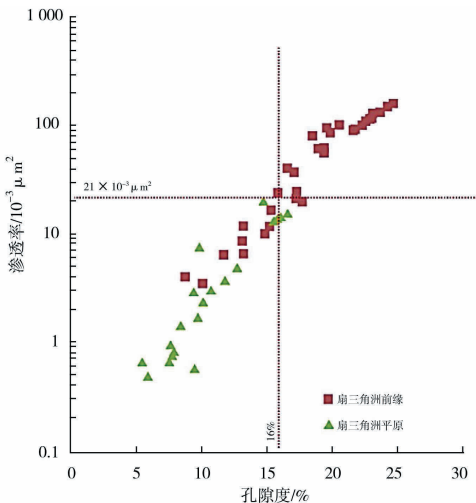


图6 车排子沙湾组近源体系孔隙度-渗透率交汇图

3.2 波阻抗反演

通过对车排子凸起扇三角洲相不同沉积亚相的波阻抗进行统计,发现扇三角洲平原亚相的波阻抗显著大于前缘亚相(图7)。

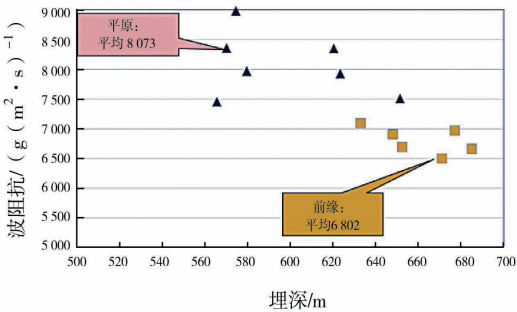


图7 沙一段不同沉积微相波阻抗交汇图

以P70井区为例,以单井为约束,开展研究区的波阻抗反演,通过一条过井的反演剖面可以看出,P70、P701井钻遇扇三角洲前缘亚相,阻抗值较小,处于红色区域,而P703井钻遇扇三角洲平原亚相,阻抗值较大,处于亮青色—蓝色区域(图8),进一步验证了波阻抗反演可以有效识别扇三角洲平原、扇三角洲前缘亚相,进而通过平面波阻抗属性的提取,落实了平原亚相和前缘亚相的分界线(图9)。

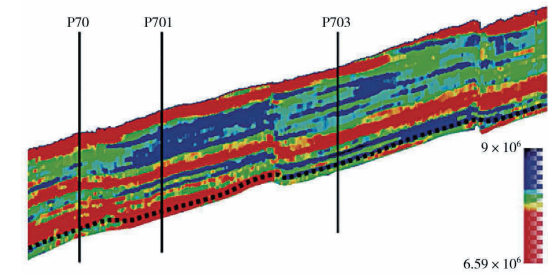


图8 过P70-P703井沙一段3砂组波阻抗反演剖面

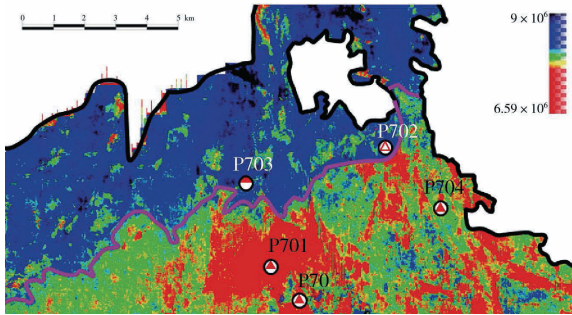


图9 P70井区沙一段3砂组沉积体系

4 结论

(1)车排子凸起沙一段近源体系为以粗碎屑岩为主的扇三角洲相,其中扇三角洲平原亚相发育辫状水道与水道间两种沉积微相,扇三角洲前缘亚相主要发育水下分流河道、水下分流间湾、河口坝3种沉积微相,部分地区发育前扇三角洲含砾

泥岩。

(2)研究区近源体系有效储层孔隙度下限为16%,渗透率下限为 $21 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,统计分析认为有效储层主要发育在扇三角洲前缘亚相。扇三角洲平原亚相泥质含量高,物性差,可作为封堵层,与扇三角洲前缘砂体配置形成岩性圈闭。

(3)通过波阻抗反演可以有效地识别有利沉积相带和预测储层分布,阻抗越小,砂体物性越好,并在钻井揭示情况中得到了验证。

参考文献:

- [1] 宋玲.多源多相复杂储集层预测——以春风油田新近系沙湾组一段1砂组为例[J].断块油气田,2014,21(5):597-600.
- [2] 李丕龙,冯建辉,陆永潮,等.准噶尔盆地构造沉积与成藏[M].北京:地质出版社,2010:1-48.
- [3] 于兴河.碎屑岩系油气储层沉积学[M].北京:石油工业出版社,2002:379-394.
- [4] 王寿庆.扇三角洲模式[M].北京:石油工业出版社,1993:87-96.
- [5] 鄢继华,陈世悦,程立华.扇三角洲亚相定量划分的思考[J].沉积学报,2004,22(3):443-448.
- [6] 于兴河,瞿建华,谭程鹏,等.玛湖凹陷百口泉组扇三角洲砾岩岩相及成因模式[J].新疆石油地质,2014,35(6):619-627.
- [7] 邹姐姐,史基安,张大权,等.准噶尔盆地西北缘玛北地区百口泉组扇三角洲沉积模式[J].沉积学报,2015,33(3):607-615.
- [8] 姜在兴.沉积学[M].北京:石油工业出版社,2003:393-398.
- [9] 况军,齐雪峰.准噶尔前陆盆地构造特征与油气勘探方向[J].新疆石油地质,2006,27(1):5-9.
- [10] 雷振宇,鲁兵,蔚远江,等.准噶尔盆地西北缘构造演化与扇体形成和分布[J].石油与天然气地质,2005,26(1):86-91.

(编辑 杨芝文)