

文章编号: 1001-1749(2020)04-0490-06

多信息协同分析在构造岩性复合圈闭识别中的应用

柯 钦, 于志龙, 郭 波, 刘剑伦, 朱绪峰,
张梦林, 郭继茹, 杨淑华

(东方地球物理公司研究院地质研究中心, 涿州 072750)

摘 要: 通过对研究区已钻井分析统计, 证实河道砂体和微幅度构造圈闭合理配置形成的圈闭为最有利的勘探目标。研究区构造圈闭落实程度高, 面积大于 0.1 km^2 , 幅度大于 3 m 的构造圈闭内基本都有井钻探。为了寻找更多的有利井位目标, 分析对比研究区内两口出油井的构造圈闭特征、岩性物性特征、采油强度, 通过多信息的协同分析论证, 认为河道砂体和构造背景合理配置能形成岩性-构造复合圈闭。根据以上认识, 针对此类型钻井, 最终钻井获得高产, 扩大了该区勘探领域。

关键词: 河道砂体; 微幅度构造; 鼻状构造; 采油强度

中图分类号: P 631.4 **文献标志码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.1001-1749.2020.04.08

随着勘探程度的不断加深, 探井密度不断加大, 有利勘探领域接替都成为老油田的首要问题, 同时也加大了井位论证的难度。为了寻找更多的有利井位目标, 打破井位论证困局, 需在创新认识、创新理念的基础上, 多信息协同分析, 加大井位论证可信度。本次研究以东部某油田为例, 综合利用构造图, 地震属性分析图, 分析研究区内出油井的构造圈闭特征、岩性物性特征、采油强度, 多信息的协同分析论证^[1], 提出河道砂体和构造背景合理配置能形成构造岩性复合圈闭。

1 研究区概况

研究区三角洲前缘的分流河道砂体发育, 单个分流河道一般具有向上变细正粒序结构, 单砂体厚度一般在 $1.5 \text{ m} \sim 4 \text{ m}$ 之间, 个别可达 $5 \text{ m} \sim 8 \text{ m}$ ^[2-5]。研究区内有 12 口出油气井, 都钻遇河道砂

体, 并且钻井都位于构造圈闭内, 表明三角洲前缘分流河道为最为有利的储层类型, 分流河道砂岩储层与微幅度构造圈闭合理配置形成的圈闭, 是目前认为最为有利的类型。其中 W1 井、W2 井均为此类型, 分别获得了日产 34 m^3 、 22 m^3 高产油流。但研究区构造圈闭落实程度高, 面积大于 0.1 km^2 , 幅度大于 3 m 的构造圈闭内基本都有井钻探, 加大了该区的井位论证难度。

2 构造岩性复合圈闭识别

2.1 构造圈闭特征

W1 井和 W2 井位于同一构造带内, W1 井位于一反向断层控制的断鼻圈闭内, 面积为 0.69 km^2 , 构造幅度为 15 m (图 1(a)), W2 井位于一个鼻状构造背景下的背斜圈闭内, 面积为 0.32 km^2 , 构造幅度为 5 m (图 2(a)), W1 和 W2 井均位于微幅度构造圈闭内。

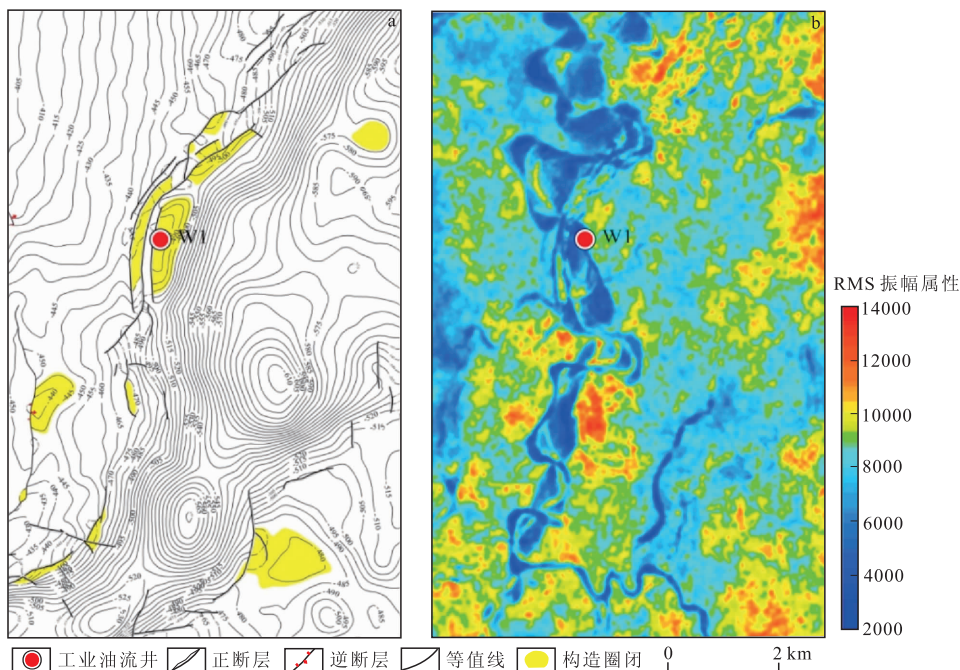


图 1 W1 井井况图

Fig. 1 W1 well map

(a) W1 井构造图; (b) W1 井均方根振幅属性图

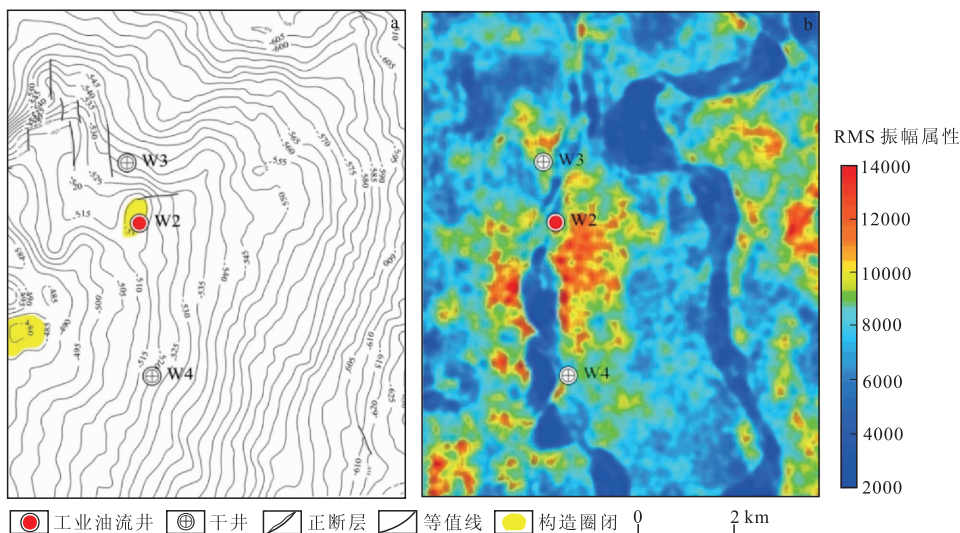


图 2 W1 井井况图

Fig. 2 W2 well map

(a) W2 井构造图; (b) W2 井均方根振幅属性图

2.2 储层岩性物性分析

W1 井、W2 井在萨一油层组(图 3)钻遇储层类型都为河道砂体,W1 井顶部钻遇河道砂岩,岩性为粉砂岩,砂岩厚度为 5.8 m,有效厚度为 4.9 m;W2 井中上部钻遇河道砂岩,岩性为粉砂岩,砂岩厚度为 5.7 m,有效厚度为 2.2 m。萨一油层组底部均发育一套稳定泥岩。W1 井、W2 井钻遇河道砂体分别属于两期河道砂体,河道砂岩围岩为席状砂岩,河道砂

岩与席状砂岩之间速度密度存在较大差异,表现低速低密度特征,在地震上表现为弱振幅的反射特征,河道特征明显,利用地层切片 RMS 振幅属性可以清晰刻画^[6-10]。(图 1(b)、图 2(b))。

W3 井、W4 井位于河道外(图 2(a)),钻遇砂体主要为干层,与 W1 井、W2 井钻遇河道砂体相比,钻遇的干层砂岩测井响应上具有高密度,高速特征,地震属性上看表现为强振幅特征(图 2(b))。从物

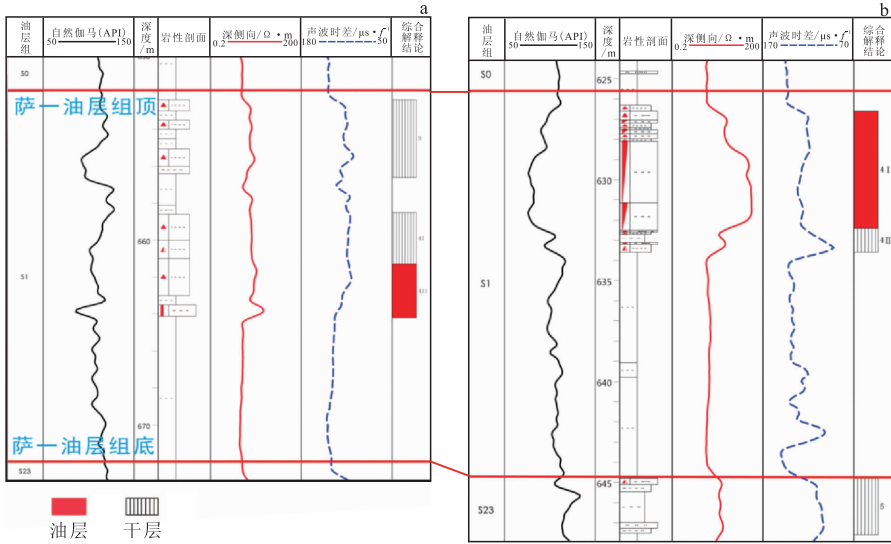


图3 W2井—W1井连井对比
Fig. 3 W2 well—W1 well connection comparison
(a)W2井综合柱状图;(b)W1井综合柱状图

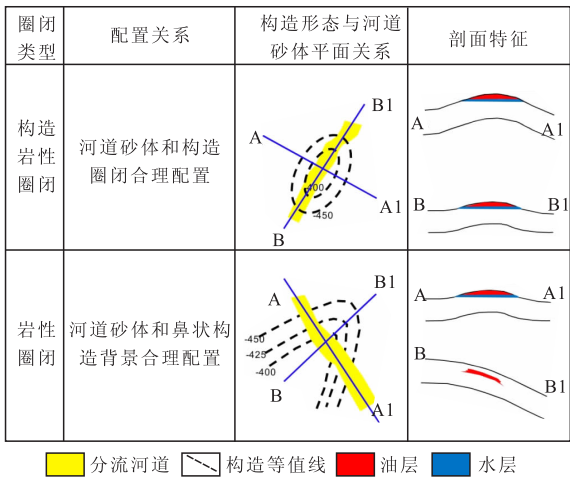


图4 构造形态与砂体配置关系图
Fig. 4 Structural form and sand body configuration diagram

4)。W2井位于鼻状构造背景下的背斜圈闭内，鼻状构造的轴线为北东向，河道的展布方向为南北向，相互切割，具备形成构造岩性复合圈闭的良好条件。

河道砂体和构造背景合理配置能形成构造岩性复合圈闭仅仅停留在构思，缺少论证论据。为了加强论证的可信度，我们从W1井和W2井入手，对研究区两口高产井深入分析对比。对W1井和W2井的圈闭特征、物性、采油强度各项指标进行了对比，发现W1井的圈闭特征、河道砂岩有效厚度、砂岩物性等各项指标均好于W2井，同样的采油方式下采油强度却低于W2井(表1)。

表1 W1井与W2井对比分析表
Tab. 1 Comparison table of W1 well and W2 well

井名	W1井	W2井
构造圈闭类型	断鼻	背斜
构造圈闭面积/km ²	0.69	0.32
构造圈闭幅度/m	15	5
储层类型	河道砂岩	河道砂岩
砂体厚度/有效厚度/m	5.8/4.9	5.7/2.2
孔隙度/%	37.7	33.5
渗透率/mD	6205.9	4456
构造岩性圈闭面积/km ²	0.22	0.16
日产油/m ³	34	22
出油强度/m ³ ·m ⁻¹	6.9	10

性上看,W1井孔隙度为37.7%,渗透率为6205.9 mD;W2井孔隙度为33.5%,渗透率为4456 mD;W3井孔隙度为10.5%,渗透率为139 mD;W4井孔隙度为13%,渗透率为125 mD。与W1、W2井相比,W3井、W4井钻遇的砂岩具有相对致密的特点。

2.3 成藏主控因素分析

W1井和W2井的成功钻探均已证实,构造圈闭和河道砂体合理配置能形成有利圈闭。但这种有利圈闭剩余可钻探目标越来越少,为了寻找更多有利的钻探目标,通过创新地质思维,构思河道砂体和构造背景合理配置,上倾方向受致密层砂岩的遮挡,易形成构造岩性复合圈闭,也有利于油气聚集(图



图 5 识别构造岩性复合圈闭图

Fig. 5 Identification of structural lithologic composite trap diagram

通过以上对比分析,最终我们认为,W2井不仅受构造圈闭和河道砂体配置的圈闭所控制,由于河道砂体和构造背景合理配置,可能受一个更大的构造岩性复合圈闭所控制。按照鼻状构造背景构造—525 m等值线和河道边界圈定的构造岩性复合圈闭,面积为4.48 km²,圈闭的幅度为28 m。这样一来控制W2井的岩性圈闭无论在面积上,还是幅度上都远远大于W1井(图5)。

3 钻探成效

按照构造岩性复合圈闭的思路论证,W2井不仅位于构造圈闭和河道砂体的配置的圈闭内,而且也位于构造岩性复合圈闭的局部高点处。在与W2井同一河道内的另一局部高点处,钻探一口新井W5井,沿着河道方向地震剖面看,W2井和W5井属于构造的两个局部高点,W5井构造位置上高于W2井4 m(图6(a)、图6(c)),但W5井不位于构造圈闭内。W5井通过钻探,在S1油层组的中上部钻遇河道砂岩,4.8 m粉砂岩,最终这口井也获得高

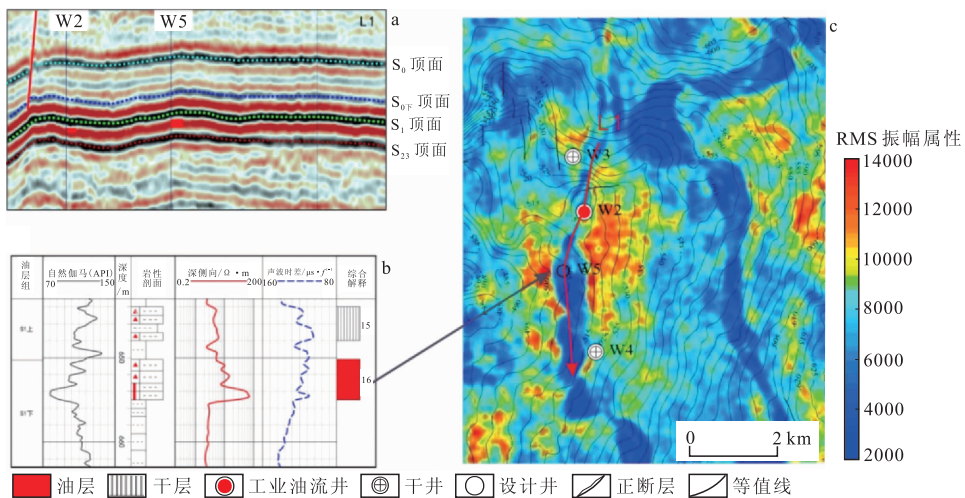


图 6 W5 井钻探情况图

Fig. 6 W5 well drilling situation map

(a) 过 W2 井和 W5 井连井地震剖面图; (b) W5 井综合柱状图; (c) W5 井振幅属性和构造叠合图

产,日产 33.6 m³,证实了圈闭的有效性(图 6(b))。W5 井的成功钻探,证实鼻状构造背景和河道砂体的合理配置能形成构造岩性复合圈闭^[11-12]。

4 结论

1) 研究区构造圈闭和河道的合理配置形成的构

造岩性圈闭为最有利的类型,W5 井的成功钻探证实,构造背景和河道的合理配置能形成构造岩性圈闭,是下一步重要的勘探方向。

2) 对于一些成熟探区,寻找更多的有利井位目标,在井位论证的工作中,需创新理念创新认识,加强多信息的协同分析,才能获得更多的突破,寻找有利的勘探领域。

参考文献:

- [1] 周飞,郭立波,王玉珍,等.多信息协同的薄储层刻画研究[J].长江大学学报(自科版),2018,15(3):15-17.
ZHOU F, GUO L B, WANG Y Z, et al. Research on Thin reservoir depiction Based on Multi-information Collaboration[J]. Journal of Yangtze University(Natural Science Edition), 2018, 15(3): 15-17. (In Chinese)
- [2] 付晓飞,王朋岩,申家年,等.简单斜坡油气富集规律—以松辽盆地西部斜坡北段为例[J].地质评论,2006,52(4):522-530.
FU X F, WANG P Y, SHEN N J, et al. Migration and accumulation of oil and gas in a simple slope area: A case study on the western slope of the northern Songliao basin[J]. Geological Review, 2006, 52(4): 522-530. (In Chinese)
- [3] 蒙启安,赵波,梁江平,等.源外斜坡区油气成藏要素研究—以松辽盆地北部西部斜坡区为例[J].地质学报,2014,88(3):433-446.
MENG Q A, ZHAO B, LIANG J P, et al. Hydrocarbon accumulation factors of Slope area outside of source area; a case study of west slope area in northern Songliao basin[J]. Acta Geologica Sinica, 2014, 88(3): 433-446. (In Chinese)
- [4] 杨勉,陈艳丽,李培海.松辽盆地北部西斜坡油气藏类型与分布预测[J].科学技术与工程,2012,12(22):5588-5592.
YANG M, CHEN Y L, LI P H. Reservoir types and distribution prediction in the western slope of the northern Songliao basin[J]. Science Technology and Engineering, 2012, 12(22): 5588-5592. (In Chinese)
- [5] 孙国昕,冯志强,孙效东.松辽盆地西部斜坡北段油气成藏特征分析[J].地质科学,2009,44(2):478-489.
SUN G X, FENG Z Q, SUN X D. Characteristics of oil-gas accumulation in northern sector of the west slope, Songliao basin[J]. Chinese Journal of Geology; Scientia Geologica Sinica, 2009, 44(2): 478-489. (In Chinese)
- [6] 杨国权,刘强,刘延利.地震属性融合技术在河道砂体识别中的应用[J].物探化探计算技术,2016,38(6):832-836.
YANG G Q, LIU Q, LIU Y L. The application of seismic attribute fusion technology in recognizing channel sands[J]. Computing Techniques for Geophysical and Geochemical Exploration, 2016, 38(6): 832-836. (In Chinese)
- [7] 王永莉,周赏,高晓理,等.灵活运用振幅属性预测储层[J].石油地球物理勘探,2012,47(增刊1):78-83.
WANG Y L, ZHOU S, GAO X L, et al. Reservoir prediction by amplitude attributes [J]. Oil Geophysical Prospecting, 2012, 47(S1): 78-83. (In Chinese)
- [8] 王世瑞,王树平,狄帮让,等.基于地震属性特征的河道砂体预测方法[J].石油地球物理勘探,2009,44(3):304-313.
WANG S R, WANG S P, DI B R, et al. Prediction of channel sand body based on seismic attributes[J]. Oil Geophysical Prospecting, 2009, 44(3): 304-313. (In Chinese)
- [9] 曹卿荣,李佩,孙凯,等.应用地震属性分析技术刻画河道砂体[J].岩性油气藏,2007,19(2):93-96.
CAO Q R, LI P, SUN K, et al. Using seismic attributes to identify channel sand body[J]. Lithologic Reservoirs, 2007, 19(2): 93-96. (In Chinese)
- [10] 史忠生,王天琦,王建功,等.地震沉积学在不同地质条件下砂体识别中的应用—以松辽盆地西斜坡和长垣地区为例[J].岩性油气藏,2012,24(3):5-10.
SHI Z S, WANG T Q, WANG J G, et al. Application of seismic sedimentology to sand body identification under different geological settings: A case study from the western slope and placanticline of Songliao basin [J]. Lithologic Reservoirs, 2012, 24(3): 5-10. (In Chinese)
- [11] 罗伟,陈兆明,万琼华,等.叠前反演坐标转换技术在惠州凹陷地层岩性圈闭评价中的应用[J].物探化探计算技术,2017,39(6):825-833.
LUO W, CHEN Z M, WAN Q H, et al. The application of pre-stack inversion coordinate transformation technology to lithological traps evaluation of Huizhou depression[J]. Computing Techniques for Geophysical and Geochemical Exploration, 2017, 39(6): 825-833. (In Chinese)
- [12] 王俊怀,吴俊军,尹昌霞,等.准噶尔盆地东部阜东斜坡

区侏罗系岩性圈闭识别[J]. 岩性油气藏,2013,25(6):
62-66.

WANG J H, WU J J, YIN C X, et al. Identification of

jurassic lithologic traps in Fudong slope area, eastern
Junggar basin[J]. Lithologic Reservoirs, 2013, 25(6):

62-66. (In Chinese)

Application of multi-information collaborative analysis in structural lithologic composite trap identification

KE Qin, YU Zhilong, GUO Bo, LIU Jianlun, ZHU Xufeng,
ZHANG Menglin, GUO Jiru, YANG Shuhua

(Geological Research Center, BGP, CNPC, Zhuozhou 072750, China)

Abstract: Through the analysis and statistics of the drilling in the study area, it is confirmed that the trap formed by the rational arrangement of the channel sand body and the micro-amplitude structural trap is the most favorable target. In the study area, the structural traps are highly encountered, and the area is larger than 0.1km², and the structural traps with seismic amplitudes greater than 3m basically have well drillings. In order to find more favorable well positions, the structural trap characteristics, lithological physical characteristics and oil production intensity of the two oil wells in the study area are analyzed and compared. With the collaborative analysis of multiple data, it is considered that the channel sand body and the structural background can form lithologic-structural composite traps. Based on the above understanding, for this type of drilling, the final drilling has achieved high-yield oil flow and expanded the exploration area of the field.

Keywords: river sand body; micro-amplitude construction; nose structure; oil production intensity