

DOI:10.19751/j.cnki.61-1149/p.2022.01.018

安塞坪桥区延长组长 9 致密油储层预测及有利区优选

马浪¹, 杜彦军¹, 张治东², 惠瑞瑞², 王变阳¹, 宋健¹, 许璟¹, 何斌¹

(1. 陕西延长油田(集团)有限责任公司研究院, 陕西 西安 710075;

2. 延长油田股份有限公司杏子川采油厂, 陕西 延安 717400)

摘要:针对安塞坪桥区长 9 油层组致密油储层难以预测、勘探开发有利区不明确、严重制约勘探开发进程等问题,笔者通过对典型取心井岩相、测井相研究,在确定砂岩沉积微相类型及其空间演化的基础上,对砂岩进行横向追踪对比,准确获取单砂体厚度数据,刻画出单砂体展布特征,并结合生产动态情况,优选出致密油勘探开发有利目标区。研究结果表明,研究区致密油主要分布在长 9 油层组上部,自上而下可以分为 3 套砂体。其中,上部 1 号砂体属于小范围水下分流河道沉积,砂体厚度为 1~3 m,油藏分布局限,开发潜力小;下部 3 号砂体属于水下分流河道沉积,砂体厚度为 6~12 m。预测研究区中部 P149-6 井区、南部 H87-19 井区和 W328-8 井区是致密油开发的有利区,其中研究区中部 P149-6 井区油层分布稳定,对油藏认识程度较高,能够作为水平井开发先导试验靶区。研究成果有效解决了坪桥区致密储层预测难的问题,可以为具有相似地质特征的储层预测提供参考。

关键词:坪桥区;长 9;致密油;单砂体;储层预测

中图分类号:P618.13

文献标志码:A

文章编号:1009-6248(2022)01-0216-09

Chang 9 Tight Oil Reservoir Prediction and Favorable Zone Selection in Yanchang Formation of Ansaipingqiao Area

MA Lang¹, DU Yanjun¹, ZHANG Zhidong², HUI Ruirui², WANG Bianyang¹,
SONG Jian¹, XU Jing¹, HE Bin¹

(1. Research Institute of Shaanxi Yanchang Petroleum (Group) Co., Ltd., Xi'an 710075, Shaanxi, China;

2. Yanchang Oil Field Stock Limited Company, Yan'an 717400, Shaanxi, China)

Abstract: This paper studies the lithofacies and logging facies of typical coring wells. The sandstone is tracked and compared horizontally on the basis of the types of sedimentary microfacies of the sandstone and its spatial evolution. The thickness data of the single sand body is accurately obtained and the distribution characteristics of the single sand body are thus described. Therefore, favorable target area of tight oil are optimized through the production dynamics. The results show that the tight oil in the study area is mainly distributed in the upper part of the Chang 9 oil layer group, dividing into three sets of sand bodies from the top to the bottom. The upper

收稿日期:2020-11-23;**修回日期:**2021-05-12;**网络发表日期:**2021-12-06;**责任编辑:**曹佰迪,吕鹏瑞

基金项目:陕西延长石油(集团)有限责任公司研究院 2019 年科技项目“延长探区中生界剩余石油资源潜力分析及项目评价”(ycsy2019-ky-A-14)。

作者简介:马浪(1987-),男,陕西省佳县人,硕士,高级工程师,主要从事石油地质研究工作。E-mail:maalaang@163.com。

No. 1 sand body belongs to the underwater distributary channel deposits, with a thickness of 1~3m. The reservoir distribution is limited and the development potential is small. The lower No. 3 sand body belongs to the underwater distributary channel deposition, and the thickness of the sand body is 6-12m. It is predicted that the central P149-6 well area, the southern H87-19 well area and the W328-8 well are the favorable zones for tight oil development. Among them, the central P149-6 well has stable oil layer distribution, and can be a pilot test area. The research effectively solves the problem of tight reservoir prediction in Pingqiao area, and provides reference for reservoir prediction in similar geological areas.

Keywords: Pingqiao area; Chang 9; tight oil; single sand body; reservoir prediction

随着中国大部分油田常规油气开采进入中后期,非常规油气的战略地位日益凸显,针对该领域的勘探开发步伐也随之加快(王道富等,2007;贾承造,2008)。同国内外其他致密油、页岩油的有效开发和规模化产能建设一致,鄂尔多斯盆地致密油开采也需要依赖于水平井+体积压裂技术的应用(姚涇利等,2013;王社教等,2014;付金华等,2015)。提高油层钻遇率是水平井钻井的核心问题之一,也是评价水平井开发的主要指标之一。因此,分析致密油储层分布规律,预测并优选有利区,为水平井提高钻遇率提供地质依据意义重大。目前,针对碎屑岩致密油“甜点”预测的方法都是基于其控制因素进行的,依据研究采用的技术手段不同,可以分为 2 类:一是通过地震表征方法进行预测(朱超等,2015;李坤白等,2017);二是综合烃源岩特征、储层物性特征、裂缝分布特征以及成藏组合等因素相结合进行预测的方法(湛卓恒等,2018;汪少勇等,2019)。总之,结合自身地质条件和实际情况,提出合理的致密储层预测方法才是最有效的方法。

坪桥区长 9 致密油自 2005 年发现至今已有十余年历史,石油地质研究表明,该区长 9 上部烃源岩及厚层泥岩同下部分流河道砂体为致密油藏的形成提供了良好的生储盖石油地质条件,研究区多年的勘探开发成果也证实了该区是致密油有利聚集区。目前,针对该区长 9 油层的石油地质研究成果相对丰富。例如,白玉彬对长 9 致密油成藏机理与主控因素、烃源岩、储层成岩作用等方面做的研究(白玉彬等,2013,2014);郑卉、曹纯和董丽红等人对安塞地区长 9 沉积、储层特征方面做的研究(郑卉等,2013;曹纯等,2014;董丽红等,2017)。这些研究对于认识长 9 油藏的地质特征起到了积极的促进作用。然而,受陆相沉积自生特征的影响,储层横向变

化快,难以有效追踪对比,油藏的边界难以确定,严重制约着以水平井为先导性试验的有效实施和后续的产能建设。为解决这一问题,笔者以剖析致密油储层单砂层成因、时空展布为依据,以优选致密油储层为有利区,对致密油勘探开发提供依据为目的进行论述,以期为具有相似地质特征的储层预测提供参考。

1 区域地质背景

坪桥区构造位于鄂尔多斯盆地陕北斜坡中部(图 1),区域构造为一东高西低的单斜,地层倾角不

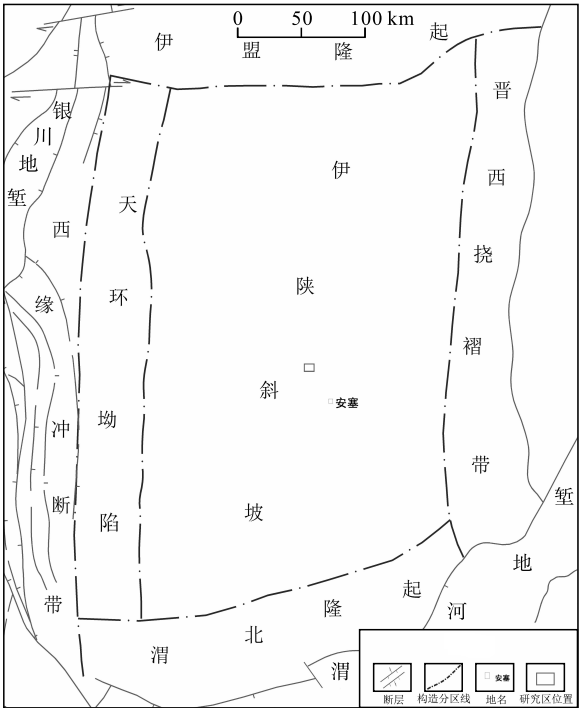


图 1 鄂尔多斯盆地构造单元及研究区位置图

Fig. 1 Location map of tectonic units and research areas in the Ordos basin

足1°,局部构造主要为由差异压实作用形成的小型鼻状构造,鼻隆、鼻凹相间排列展布,鼻隆幅度达10~20 m,鼻宽为2~5 km(鲍鹏,2017)。三叠系延长组属于内陆湖泊-三角洲沉积体系,自下而上分为长10~长1共9个油层组,其中长2、长6油层组为主要含油层系,而长7“张家滩”页岩、长9“李家畔”为盆地主要的烃源岩(马浪,2018;白慧芳,2019)。

长9油藏在安塞地区分布局限,据前人研究表明(白玉彬,2013),长9“李家畔”页岩以Ⅱ₁型有机质为主,具有较强的生油能力,烃源岩平均厚度约8 m,是致密油藏的主要源岩。长9储层主要为三角洲前缘水下分流河道沉积,岩性以浅灰-灰色厚层粉-细粒砂岩为主,储层平均孔隙度为6.30%,渗透率平均为 $0.37\times10^{-3}\mu\text{m}^2$,整体为致密性储层(赵靖舟,2007;闫新智,2020;白远,2020)。长9顶部烃源岩或暗色泥岩为油藏聚集提供了良好的封盖条件,纵向上构成“上生下储”式成藏组合,油藏受岩性与物性控制,构造影响相对较小,油藏类型属于岩性

油藏。

2 储层沉积特征

2.1 沉积储层特征

目前,研究区已发现的油气显示主要集中在长9油层组的上部,通过选取取心完整、油气显示较好的P149-6井进行单井解剖,可以看出砂岩自上而下可以分为3个单砂层(图2)。为了方便研究,将以上3套砂体分别命名为1号、2号、3号砂体。油层主要分布在1号和3号砂体中,顶部“李家畔”页岩作为该区良好的盖层覆盖在1号砂体之上(图2、图3a),砂岩之间被富含植物碎片化石的深灰色泥页岩分割(图3b)。岩心分析结果显示,1号砂体主要为浅灰色块状细砂岩,厚度约2 m(图3c);对砂岩粒度分析表明,砂岩以中-细粒级为主,砂岩平均孔隙度为10.78%,平均渗透率为 $1.04\times10^{-3}\mu\text{m}^2$;薄片镜下分析表明,砂岩平均面孔率约为4.1%,孔

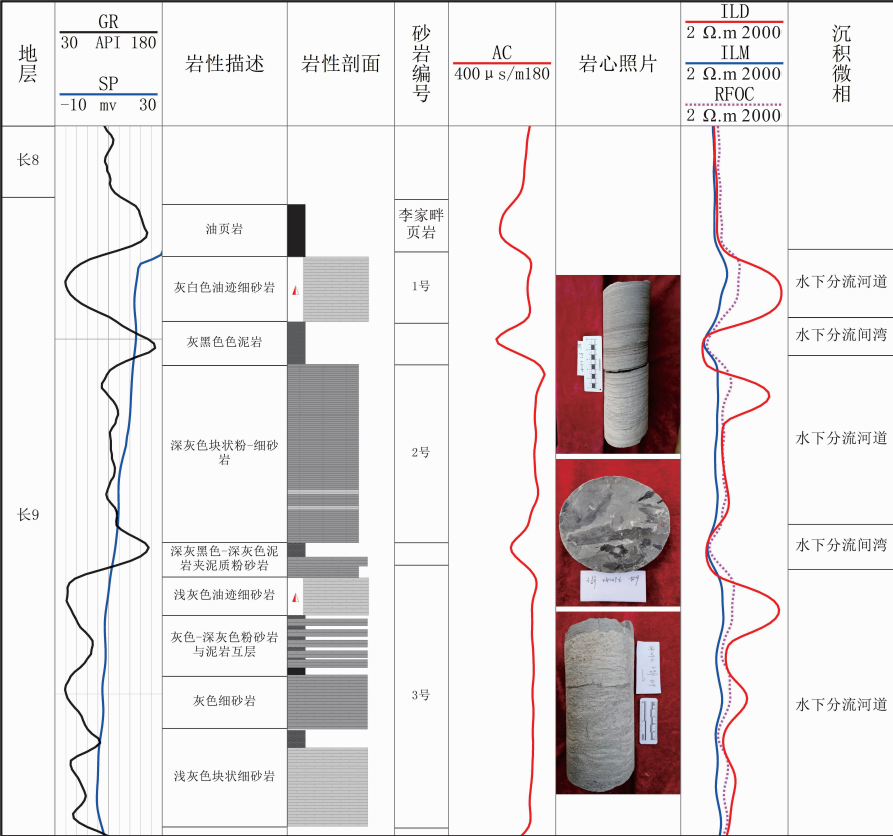


图2 P149-6井沉积储层综合柱状图

Fig. 2 Comprehensive histogram of sedimentary reservoirs in Well P149-6



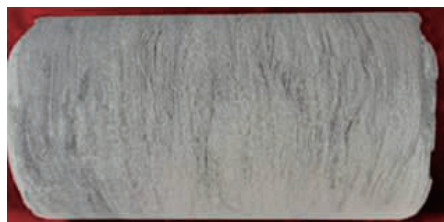
(a) “李家畔”页岩, X5001井



(b) 暗色泥岩中植物碎屑, 长9, X1005井



(c) 1号砂岩, 浅灰色细砂岩, 块状构造, 长9, P149-6井



(d) 3号砂岩, 浅灰色细砂岩, 泥质纹层发育, 长9, P149-6井

图 3 研究区长 9 油层组典型岩石取心照片

Fig. 3 Coring photos of typical rocks of Chang 9 oil layer group in the study area

隙以粒间孔为主(图 4a、图 4b、表 1);GR 测井曲线形态呈“指型”或“箱型”。2 号砂岩粒度相对较细,岩性为灰色粉-细砂岩,厚度约 5 m;砂岩粒度分析表明,砂岩以细-粉粒级为主,砂岩平均孔隙度为 7.02%,平均渗透率为 $0.15 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$;薄片镜下分析表明,砂岩面孔率约为 1.7%,孔隙为粒间孔和次生孔,均较少(图 4c、图 4d、表 1)。岩心中可见局部含有钙质胶结致密层,砂岩中可见泥粉砂质条带构成的平行层理(图 2),GR 曲线形态为齿化“箱型”;砂岩薄片镜下分析表明,该套储层致密化的原因为早期方解石胶结成因。3 号砂体厚度约 9 m,岩性为浅灰色细砂岩,砂岩粒度分析表明,砂岩以细粒级为主,砂岩平均孔隙度为 9.98%,平均渗透率为 $0.60 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$;薄片镜下分析表明,砂岩面孔率约为 3.1%,粒间孔相对发育,次生孔较少(图 4e、图 4f、表 1);GR 曲线形态也为齿化“箱型”;砂岩中可见平行层理、砂纹交错层理、变形层理等,该砂体中夹 1~3 层泥质夹层,夹层厚度 1 m 左右,为水下分流河道沉积(图 2、图 3d)。总体上,1 号砂体物性好,3 号砂体次之,2 号砂体最差。

2.2 沉积演化特征

区域研究成果和岩石学特征表明,长 9 沉积时期研究区为多期水下分流河道沉积(武富礼,2004)。通过测井相分析,识别出水下分流河道和水下分流间弯微相(图),利用多井测井相分布图可以很好地反应沉积微相在空间的展布特征。从长 9 上部沉积

微相图(图 5)可看出,3 号砂体沉积时期,大部分井上该套砂体均有发育,可见该时期水下分流河道在研究区广泛发育,三角洲规模较大,物源供给充足;2 号砂体沉积时期,水体逐渐加深,砂岩中泥质含量逐渐增大,GR 值较前期明显偏高;1 号砂体沉积时期,区域上大部分沉积前三角洲泥岩,直至末期水体进一步加深,沉积了“李家畔”泥页岩。因此,可以推测,整体上从 3 号砂体至 1 号砂体沉积时期是一个水体逐渐加深、三角洲前缘向物源方向后撤的沉积演化过程。其中,3 号砂体规模最大,分布最广泛;2 号砂体沉积物粒度相对较细,规模较 3 号小一些;1 号砂体规模更小,分布范围仅限于在研究区中部呈北东南西向展布。

3 储层追踪对比

在明确研究区单砂体沉积成因和沉积相演化的基础上,通过测井曲线形态识别出单砂体。1 号砂体分布范围较小,GR 曲线形态多为“指型”,易于对比,在 X6005 井厚度最大,达到 3.8 m,GR 曲线呈现平滑的“箱型”形态(图 5),四周逐渐减薄。3 号砂体总体厚度较大,内部分布有多层泥质夹层,局部区域夹层厚度增大(X31 井),GR 曲线呈现齿化“箱型”。通过借助连井剖面横向对比(图 6a)和栅状图辐射(图 6b)对比的横向追踪方法,很好地识别并获取 2 套砂体的厚度数据。

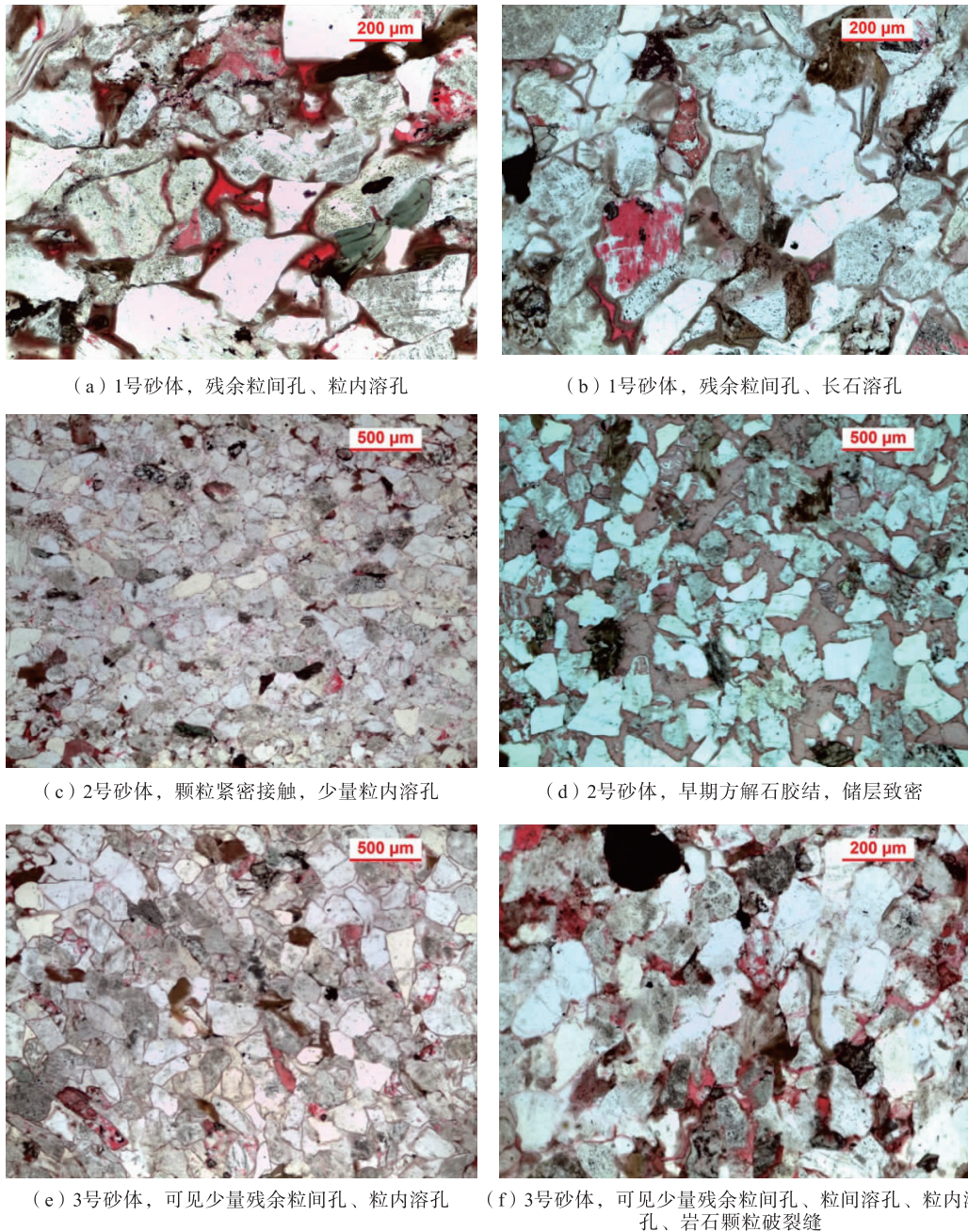


图 4 砂岩镜下特征及孔隙类型图

Fig. 4 Microscopic characteristics and pore types of sandstone

表 1 砂体特征参数统计表

Tab. 1 Statistical table of characteristic parameters of sand body

砂体 编号	厚度(m)	砂岩粒度分布(%)				物性		孔隙类型
		中砂	细砂	粉砂	黏土	孔隙度(%)	渗透率($10^{-3} \mu\text{m}^2$)	
1 号	2.00	35.00	62.00	0	3.00	10.78	1.04	粒间孔、溶蚀孔
2 号	5.00	0.00	53.00	41.00	6.00	7.02	0.15	溶蚀孔
3 号	9.00	3.00	86.00	8.00	2.00	9.98	0.60	粒间孔、溶蚀孔

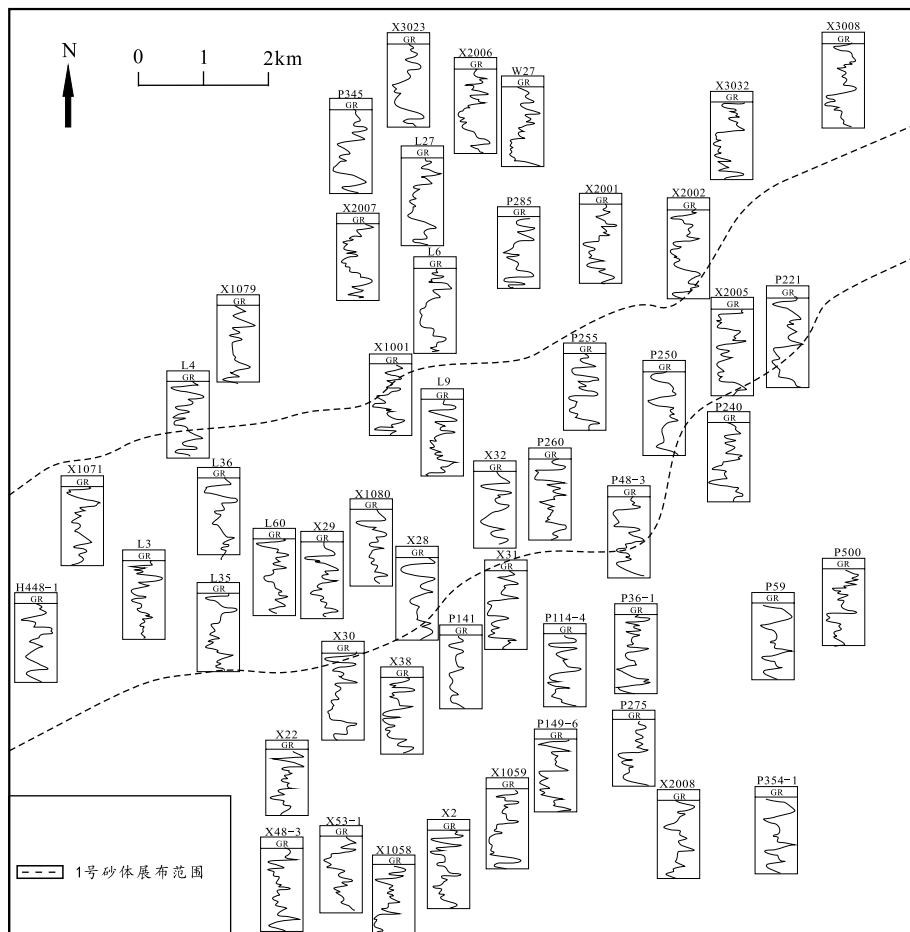
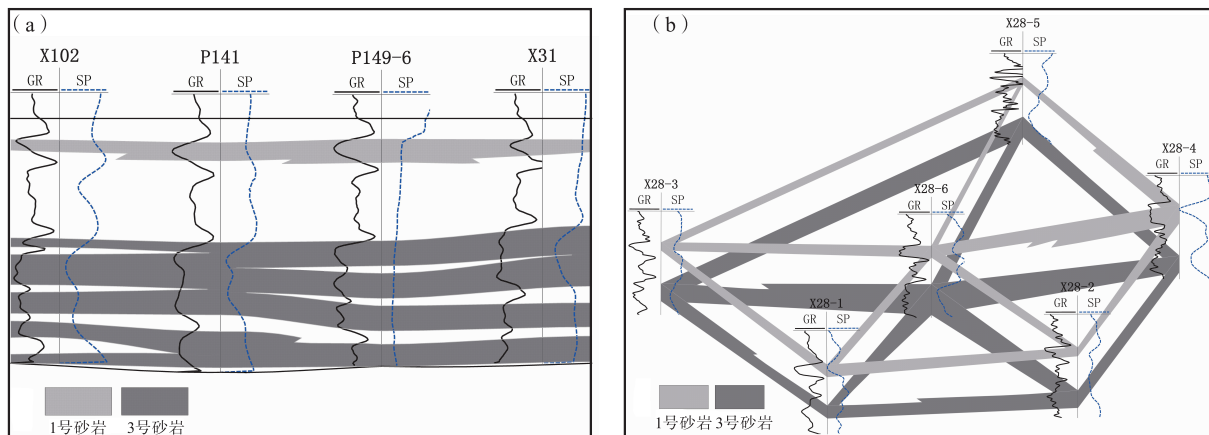


图 5 研究区长 9 油层组上部沉积微相空间展布图

Fig. 5 Spatial distribution map of sedimentary microfacies in the upper part of Chang 9 oil-bearing group of the study area



a. 砂岩连井对比图;b. 砂岩辐射对比栅状图

图 6 砂岩横向追踪对比示意图

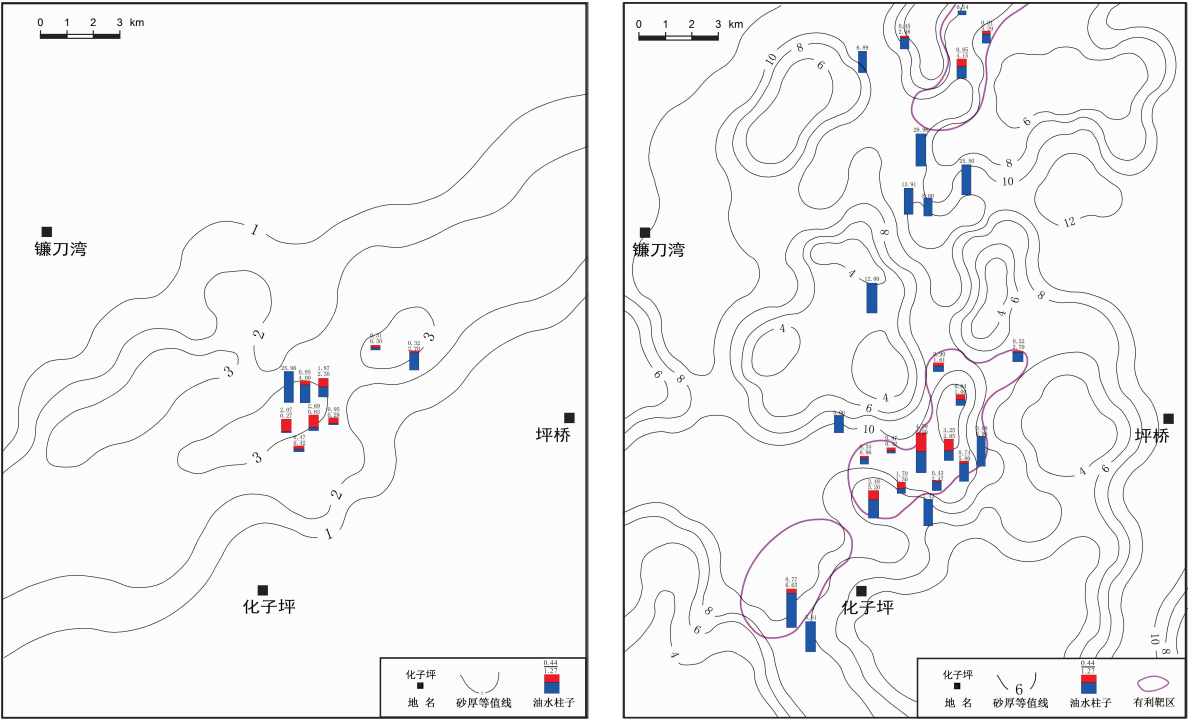
Fig. 6 Schematic diagram of sandstone lateral tracking comparison

4 储层预测结果及有利目标优选

根据获取的单砂体厚度数据编制单砂体厚度等值线图,能够直观反映砂体展布特征,最终为储层预测提供依据(宋建,2019;朱谨谨,2019)。从最终刻画出 1 号砂体的厚度等值线图(图 7a)中可以看出,该砂体呈北东—南西向展布,砂体厚度较小,约为 1~3 m,分布局限,其中厚度大于 3 m 的砂体宽度小于 1 km。结合试油、试采生产数据可以看出,该

层油层厚度小,油藏分布局限,仅分布在 X28 井区,因此勘探开发潜力较小。

3 号砂体为水下分流河道砂体,从编制的砂体厚度等值线图(图 7b)中可以看出,3 号砂体近南北向展布,砂体厚度约 6~12 m,结合试油、试采油水数据可以确定,在研究区中部 P149-6 井区、南部 H87-19 井区和 W328-8 井区是致密油开发的有利区。其中,中部 P149-6 井区多口井获得工业油流,油层厚度较大,勘探开发潜力较大,能够作为水平井开发先导试验靶区。



a. 1 号砂岩厚度等值线与油水关系图;b. 3 号砂岩体厚度等值线图及有利区优选

图 7 研究区长 9 油层组上部砂体展布及有利区优选图

Fig. 7 Map of distribution of sand bodies in the upper part of Chang 9 oil-bearing group in the study area and the favorable zone

5 结论

(1)1 号砂体属于小规模水下分流河道,该砂体呈北东—南西向展布,砂体厚度为 1~3 m;由于油层厚度较小,油藏分布范围有限,认为 1 号砂体勘探开发潜力相对较小,不适合作为开发有利区目标区。

(2)3 号砂体为三角洲前缘水下分流河道沉积,

该砂体呈近南北向展布,砂岩主体厚度为 6~12 m,预测中部 P149-6 井区、南部 H87-19 井区和 W328-8 井区是致密油开发的有利区,其中研究中部 P149-6 井区油层分布稳定,油藏认识程度较高,能够作为水平井开发先导试验靶区。

综上所述,通过单砂体成因、沉积微相空间演化论证,结合单砂层精细对比和砂体厚度等值线图预测致密油储层的方法,可以为致密油勘探开发提供

较精确的地质依据。

参考文献(References):

王道富,付金华,雷启鸿,等.鄂尔多斯盆地低渗透油气田勘探开发技术与展望[J].岩性油气藏,2007,19(3):126-130.

WANG Daofu, FU Jinhua, LEI Qihong, et al. Exploration technology and prospect of lower permeability oil gas field in Ordos Basin[J]. Lithologic Reservoirs, 2007, 19(3): 126-130.

贾承造,赵政璋,杜金虎,等.中国石油重点勘探领域——地质认识、核心技术、勘探成效及勘探方向[J].石油勘探与开发,2008,35(4):385-396.

JIA Chengzao, ZHAO Zhengzhang, DU Jinhua, et al. PetroChina key exploration domains: Geological cognition, core technology, exploration effect and exploration direction[J]. Petroleum Exploration and Development, 2008, 35(4): 385-396.

姚泾利,邓秀芹,赵彦德,等.鄂尔多斯盆地延长组致密油特征[J].石油勘探与开发,2013,40(2):150-158.

YAO Jingli, DENG Xiuqin, ZHAO Yande, et al. Characteristics of tight oil in Triassic Yanchang Formation, Ordos Basin[J]. Petroleum Exploration and Development, 2013, 40(2): 150-158.

王社教,蔚远江,郭秋麟,等.致密油资源评价新进展[J].石油学报,2014,35(6):1095-1105.

WANG Shejiao, YU Yuanjian, GUO Qiulin, et al. New advance in resources evaluation of tight oil[J]. Acta Petrologica Sinica, 2014, 35(6): 1095-1105.

付金华,喻建,徐黎明,等.鄂尔多斯盆地致密油勘探开发新进展及规模富集可开发主控因素[J].中国石油勘探,2015,20(5):9-19.

FU Jinhua, YU Jian, XU Liming, et al. New Main in Exploration and Development of Tight Oil in Ordos Progress Controlling Factors of Large-scale Enrichment and Exploitable Basin and Capacity[J]. China Petroleum Exploration, 2015, 20(5): 9-19.

朱超,夏志远,王传武,等.致密油储层甜点地震预测[J].吉林大学学报(地球科学版),2015,45(2):602-610.

ZHU Chao, XIA Zhiyuan, WANG Chuanwu, et al. Seismic Prediction for Sweet Spot Reservoir of Tight Oil[J]. Journal of University (Earth Science Edition), 2015, 45(2): 602-610.

李坤白,赵玉华,蒲仁海,等.鄂尔多斯盆地湖盆区延长组致

密油“甜点”控制因素及预测方法[J].地质科技情报,2017,36(4):174-182.

LI Kunbai, ZHAO Yuhua, PU Renhai, et al. Controlling Factors and Methods of Tight Oil ‘Sweet Spot’ of Yanchang Formation in Ordos Basin[J]. Geological Science and Technology Information, 2017, 36(4): 174-182.

湛卓恒,杨潮,姜春庆,等.加拿大萨斯喀彻温省 Bakken 组致密油生产特征及甜点分布预测[J].石油勘探与开发,2018,45(4):626-635.

SHEN Zhuoheng, YANG Chao, JIANG Chunqing, et al. Production characteristics and sweet-spots mapping of the Upper Devonian Lower Mississippian Bakken Formation tight oil in southeastern Saskatchewan, Canada[J]. Petroleum Exploration and Development, 2018, 45(4): 626-635.

汪少勇,黄福喜,宋涛,等.中国陆相致密油“甜点”富集高产控制因素及勘探建议[J].成都理工大学学报(自然科学版)2019,46(6):641-650.

WANG Shaoyong, HUANG Fuxi, SONG Tao, et al. Enrichment and prolific factors of “sweet spots” of terrestrial oil in China and its exploration suggestion[J]. Journal of Chengdu University of Technology (Science and Technology Edition) 2019, 46(6): 641-650.

白玉彬,赵子龙,赵靖舟.鄂尔多斯盆地安塞地区长 9 致密油成藏机理与主控因素[J].中南大学学报(自然科学版)2014,45(9):3127-3136.

BAI Yubin, ZHAO Zilong, ZHAO Jingzhou, et al. Oil reservoir forming mechanisms and main controlling factors of tight oil of Chang-9 member in Ansai area, Ordos Basin[J]. Journal of Central South University (Science and Technology), 2014, 45(9): 3127-3136.

白玉彬,赵靖舟,高振东,等.鄂尔多斯盆地杏子川油田长 9 烃源岩特征及油气勘探意义[J].中国石油大学学报(自然科学版),2013,37(4):38-45.

BAI Yubin, ZHAO Jingzhou, GAO Zhendong, et al. Characteristics of Chang 9 member source rocks and its significance of hydrocarbon exploration in Xingzichuan Oilfield, Ordos Basin[J]. Journal of China University of Petroleum (Science and Technology), 2013, 37(4): 38-45.

白玉彬,孙怀智,郝孝荣,等.安塞地区长 9 致密砂岩储集层成岩作用研究[J].新疆石油地质,2014,35(1):23-38.

BAI Yubin, SUN Huaizhi, HAO Xiaorong, et al. Diagenesis in Tight Sandstone Reservoir of the Chang-9 Interval in Ansai Area in Ordos Basin[J]. Xinjiang Petroleum Geology, 2014, 35(1): 23-38.

- 郑卉,白玉彬,郝孝荣,等.鄂尔多斯盆地安塞地区长9油层组流体包裹体特征与成藏时间[J].岩性油气藏,2013,25(6):79-83.
- ZHENG Hui,BAI Yubin,HAO Xiaorong,et al. Characteristics of fluid inclusion and accumulation period of Chang 9 oil reservoir set in Ansai area,Ordos Basin[J]. Lithologic Reservoirs,2013,25(6):79-83.
- 曹纯,杨申谷.安塞油田长91油层沉积体系分析[J].石油天然气学报,2014,36(1):6-9.
- CAO Chun,YANG Shengu. Analysis on Sedimentary System of Chang 9, Reservoir in Ansai Oilfield[J]. Journal of Oil and Gas Technology,2014,36(1):6-9.
- 董丽红,李欣伟,杜彦军,等.鄂尔多斯盆地坪北地区延长组长8、长9油层沉积特征研究[J].地质与资源,2017,26(6):577-582+595.
- DONG Lihong,LI Xinwei,DU Yanjun, et al. Study on the sedimentary characteristics of the oil-bearing layers C-8 and C-9 of Yangchang formation in pingbei area, Ordos Basin[J]. Geology and Resources,2017,26(6):577-582+595.
- 鲍鹏.鄂尔多斯盆地东部梅塔区长2油层储层特征研究[J].非常规油气,2017,4(5):25-31.
- BAO Peng. Study on the Reservoir Characteristics of Chang 2 Reservoir in Meita Exploration Block, Eastern Ordos Basin[J]. Unconventional Oil & Gas,2017,4(5):25-31.
- 马浪,何斌,杜彦军,等.鄂尔多斯盆地王家湾地区长2油层组储层特征及分类评价[J].非常规油气,2018,5(4):14-22.
- MA Lang, HE Bin, DU Yanjuan, et al. Study on reservoir characteristics and comprehensive classification of Chang 2 Oil layer in Wangjiawan block, Ordos Basin[J]. Unconventional Oil & Gas,2018,5(4):14-22.
- 白慧芳.鄂尔多斯盆地沿河湾区延长组储层“四性关系”研究[J].非常规油气,2019,4(5):32-37.
- BAI Huifang. Four-properties relationship of Yangchang reservoir in Yanhewan, Ordos Basin[J]. Unconventional Oil & Gas,2019,4(5):32-37.
- 赵靖舟,吴少波,武富礼.论低渗透储层的分类与评价标准——以鄂尔多斯盆地为例[J].岩性油气藏,2007,19(3):29-31.
- ZHAO Jingzhou,WU Shaobo,WU Fuli. The classification and evaluation criterion of low permeability reservoir: An example from Ordos Basin[J]. Lithologic Reservoirs,2007,19(3):29-31.
- 闫新智,雷俊杰,任剑.南部探区致密油藏体积压裂参数优化[J].非常规油气,2020,7(5):113-120.
- YAN Xinzhi,LEI Junjie,REN Jian. Optimization of Volumetric Fracturing Parameters for Tight Oil Reservoirs in Southern Exploration Area[J]. Unconventional Oil & Gas,2020,7(5):113-120.
- 白远,景成,云彦舒,等.致密砂岩储层覆压物性参数测井解释方法研究——以鄂尔多斯盆地南部延长组长8致密储层为例[J].非常规油气,2020,7(5):24-30.
- BAI Yuan,JING Cheng,YUN Yanshu,et al. Physical Logging Interpretation Model for Tight Sandstone Reservoirs in Southern Ordos Basin[J]. Unconventional Oil & Gas,2020,7(5):24-30.
- 武富礼,李文厚,李玉宏,等.鄂尔多斯盆地上三叠统延长组三角洲沉积及演化[J].古地理学报,2004,6(3):309-315.
- WU Fuli,LI Wenhong,LI Yuhong,et al. Delta sediments and evolution of the Yanchang Formation of Upper Triassic in Ordos Basin[J]. Journal of Palaeogeography,2004,6(3):309-315.
- 宋健,孟旺才,邓南涛,等.鄂尔多斯盆地富-黄地区延长组储层特征及物性影响因素分析[J].西北地质,2019,52(1):98-108.
- SONG Jian,MENG Wangcai,DENG Nantao, et al. Features and Influencing Factors of Yangchang Formation Reservoir in Fuxian-Huangling Exploration Area, Ordos Basin[J]. Northwestern Geology,2019,52(1):98-108.
- 朱谨谨,符超峰,杨海龙,等.鄂尔多斯盆地甘谷驿油区延长组长6储层综合评价[J].西北地质,2019,52(1):166-175.
- ZHU Jinjin,FU Chaofeng,YANG Hailong, et al. Comprehensive Evaluation of Chang 6 Reservoir from Yanchang Formation in Ganguyi Oil Area, Ordos Basin[J].2019,52(1):166-175.