

引用格式:金忠康,孙晓庆. MJZ油田构造岩性油藏滚动扩边潜力评价与认识[J]. 油气藏评价与开发, 2023, 13(2): 173-180.

JIN Zhongkang, SUN Xiaoqing. Evaluation and recognition of rolling expansion potential of structural lithologic reservoir in MJZ Oilfield [J]. Petroleum Reservoir Evaluation and Development, 2023, 13(2): 173-180.

DOI: 10.13809/j.cnki.cn32-1825/te.2023.02.005

MJZ油田构造岩性油藏滚动扩边潜力评价与认识

金忠康¹, 孙晓庆²

(1. 中国石化江苏油田分公司采油二厂, 江苏 淮安 211600;
2. 中国石化江苏油田分公司勘探开发研究院, 江苏 扬州 225009)

摘要: MJZ油田戴南组发育构造岩性油藏, 对储层对比及发育特征建立的认识具有多解性。为精准认识构造岩性油藏主力层滚动扩边潜力, 提出基于地层超覆及厚度特征分析, 建立区域地层发育模式, 并通过精细储层对比, 将原认为零散分布的砂体转变为连片呈规模分布的主力砂体, 进而明确构造岩性油藏的滚动潜力。形成的基于区域地层发育模式的储层对比及描述成果, 对推动 MJZ油田及同类构造岩性油气藏的滚动扩边具有积极意义。

关键词: 滚动扩边; 储层对比; 地层发育模式; 地层超覆; 构造岩性油藏; MJZ油田

中图分类号: TE122

文献标识码: A

Evaluation and recognition of rolling expansion potential of structural lithologic reservoir in MJZ Oilfield

JIN Zhongkang¹, SUN Xiaoqing²

(1. The Second Production Plant, Sinopec Jiangsu Oilfield, Huai'an, Jiangsu 211600, China;
2. Exploration and Development Research Institute, Sinopec Jiangsu Oilfield, Yangzhou, Jiangsu 225009, China)

Abstract: Tectonic and lithologic reservoirs are developed in the Dainan Formation of MJZ Oilfield, and the understanding of reservoir correlation and development characteristics has multiple solutions. In order to accurately understand the rolling expansion potential of the main layer of the structural lithologic reservoir, it is proposed to establish a regional stratigraphic development model based on the analysis of stratigraphic overlap and thickness characteristics, and through fine reservoir correlation, transform the sand body originally thought to be scattered into the main sand body with continuous scale distribution, and then clarify the rolling potential of the structural lithologic reservoir. The formation of reservoir correlation and description results based on regional stratigraphic development model has positive significance for promoting the rolling expansion of MJZ Oilfield and similar structural lithologic oil and gas reservoirs.

Keywords: Rolling expansion; Reservoir correlation; Formation development mode; Stratigraphic overlap; Structural lithologic reservoir; MJZ Oilfield

目前,随着整装构造油气藏的发现难度日益加大,岩性、构造岩性等特殊油气藏的滚动评价研究越来越受到重视^[1-8]。构造岩性油藏因其油藏地质特征复杂,储层对比及发育特征建立的认识往往具有多解性,这种储层研究、认识的不确定性,不仅严重影

响了油藏描述成果的质量,而且极大制约了滚动评价的效果^[9-13]。MJZ油田戴南组(E_2d)发育构造岩性油藏,其戴一段(E_2d_1)底部在坡折区存在明显的地层超覆现象。前人在研究区(M3、M31、M38断块)主力含油层系 $E_2d_2^5$ 中,利用传统的地层旋回、等厚对比等

收稿日期:2022-08-11。

第一作者简介:金忠康(1970—),男,本科,高级工程师,现主要从事油气生产、研究和开发管理工作。地址:江苏省金湖县衡阳路168号江苏油田采油二厂,邮政编码:211600。E-mail:jinzk.jsyt@sinopec.com

地层对比方法,划分的主力含油砂体不同,而且对相邻断块主力砂体的沉积规律、滚动潜力等缺乏系统认识,制约了该区高效滚动。为精准认识MJZ油田构造岩性油藏主力层的滚动扩边潜力,提出从地层超覆及厚度特征分析入手,建立区域地层发育模式研究,再结合地层的旋回规律、测井响应等特征分析,对目的层段地层及储层重新精细对比,建立主力岩性砂体 $E_2d_2^{5-5}$ 在MJZ北部可连片对比的新认识,并从3个方面明确了构造岩性油藏的滚动潜力方向。

1 研究区地质概况

MJZ油田位于苏北盆地高邮凹陷深凹带邵伯次凹西部,总体构造格局为一个区域上向东南倾没的近单斜构造,南北受大断层夹持,北部为汉留断层,南部为马33断层并向西交汇于汉留断层。该地区古近系自下而上发育阜宁组(E_1f)、戴南组(E_2d)和三垛组(E_2s),三垛组和阜宁组顶面是2个区域不整合面。 E_2d 为MJZ油田主要含油层系,根据沉积旋回及岩性特征,将其细分为戴一段(E_2d_1)、戴二段(E_2d_2)。

MJZ油田断裂较为发育,与长期的构造活动密切相关,在白垩系征运动中、后期,其发育大幅度先断后拗的横向伸展及快速沉降作用,形成“南隆北拗”的构造格局;渐新世末期,MJZ地区发生构造隆升剥蚀,断陷至拗陷构造演化阶段结束,盆地进入相对稳定的沉积时期,同时期大断裂较为活跃,对沉积作用的控制强烈^[14-16]。在复杂构造和沉积作用的共同作用下,MJZ油田 E_2d 发育多个构造岩性油藏。

研究区M3、M31、M38断块位于MJZ油田构造北部(图1),其 E_2d 油藏油井产量高,开发效益好,是MJZ油田近年来增储上产的重要阵地。但由于油藏内部储层横向变化快,对主力含油砂体的储层对比及平面发育特征的认识具有较强不确定性。针对主力层系 $E_2d_2^5$,前人根据地层等厚度、沉积旋回性等常规地层对比方法,在3个相邻断块划分的主力含油砂体不同,其中在M3断块为 $E_2d_2^{5-3}$,而在M31和M38断块均为 $E_2d_2^{5-5}$ 。这些主力砂体在小层含油面积图上分布零散,但储量占比大,且均未钻遇较明确的有效储层边界。为推动该地区构造岩性油藏的滚动扩边,需要重新认识各断块主力砂体的空间相关性及其储层发育特征。

2 MJZ地区地层发育模式

地层超覆一般分布在斜坡带和潜伏隆起或陡坡带,其特征表现为存在多次沉积间断和地层超覆不整合,自下而上地层逐层向古斜坡超覆^[17-21]。根据 $E_2d_1^1$ 地层厚度变化特征(图2)和前人古地貌研究成果,认为MJZ地区在 E_2d_1 沉积前的古地貌形态为西高东低,其中北部存在多个坡折带,而且断层较为发育,古构造控制了 E_2d_1 地层的沉积格架,使M3、M31等目标区具备形成地层超覆沉积的基本地质条件^[15-16]。

从地震剖面分析,MJZ地区 $E_2d_2^5$ 、 E_2d_1 地层厚度由西部构造高带向东部深凹带逐渐增大,且在 E_2d 底的不整合面附近存在地层超覆现象,多个地震反射同相轴存在较明显的“上超”特征(图3)。综合研究认为:MJZ地区地层超覆沉积主要集中在靠近不整合面的 E_2d_1 中下套地层($E_2d_1^2$ 和 $E_2d_1^3$); $E_2d_2^5$ 虽然地层超覆不明显,但地层厚度趋势变化规律与 E_2d_1 类似,易于在斜坡带形成砂岩上倾尖灭的岩性油藏。

基于MJZ北部 E_2d 地层超覆及厚度特征认识,建立研究区目的层系的地层发育模式:MJZ北部 E_2d 目的层系地层,应为平行于顶部地层的超覆式与等比例增厚的渐变式复合体,即 $E_2d_2^5$ 、 $E_2d_1^1$ 地层表现为自西向东由构造高带向深凹带渐变式增厚的模式,而 E_2d_1 中下部地层为基本平行于顶部地层的超覆式模式(图4)。

3 主力砂体储层对比新认识

3.1 地层对比标志层特征

MJZ地区 E_2d_2 地层在沉积时水动力减弱,存在频繁的水进水退,导致 E_2d_2 各亚段之间缺乏明显的地层对比标志层;但 E_2d_1 内部存在“五高导泥岩段”,可作为全区地层对比的标志层。“五高导泥岩段”是指 $E_2d_1^1$ 内部发育的5个具有高电导率的黑色泥岩、泥页岩段,其电阻率值特低,一般介于 $0.5 \sim 1.5 \Omega \cdot m$,电阻率曲线在组合测井图中一般呈“V”或“U”形。其中第一高导泥岩为 $E_2d_2^5$ 与 $E_2d_1^1$ 的分界线(图5),第五高导泥岩为 $E_2d_1^1$ 与 $E_2d_1^2$ 的分界线。

井震标定 $E_2d_2^5$ 底面、 $E_2d_1^1$ 底面、 E_2d 底不整合面均表现为强振幅反射(在变密度地震剖面呈红色、蓝

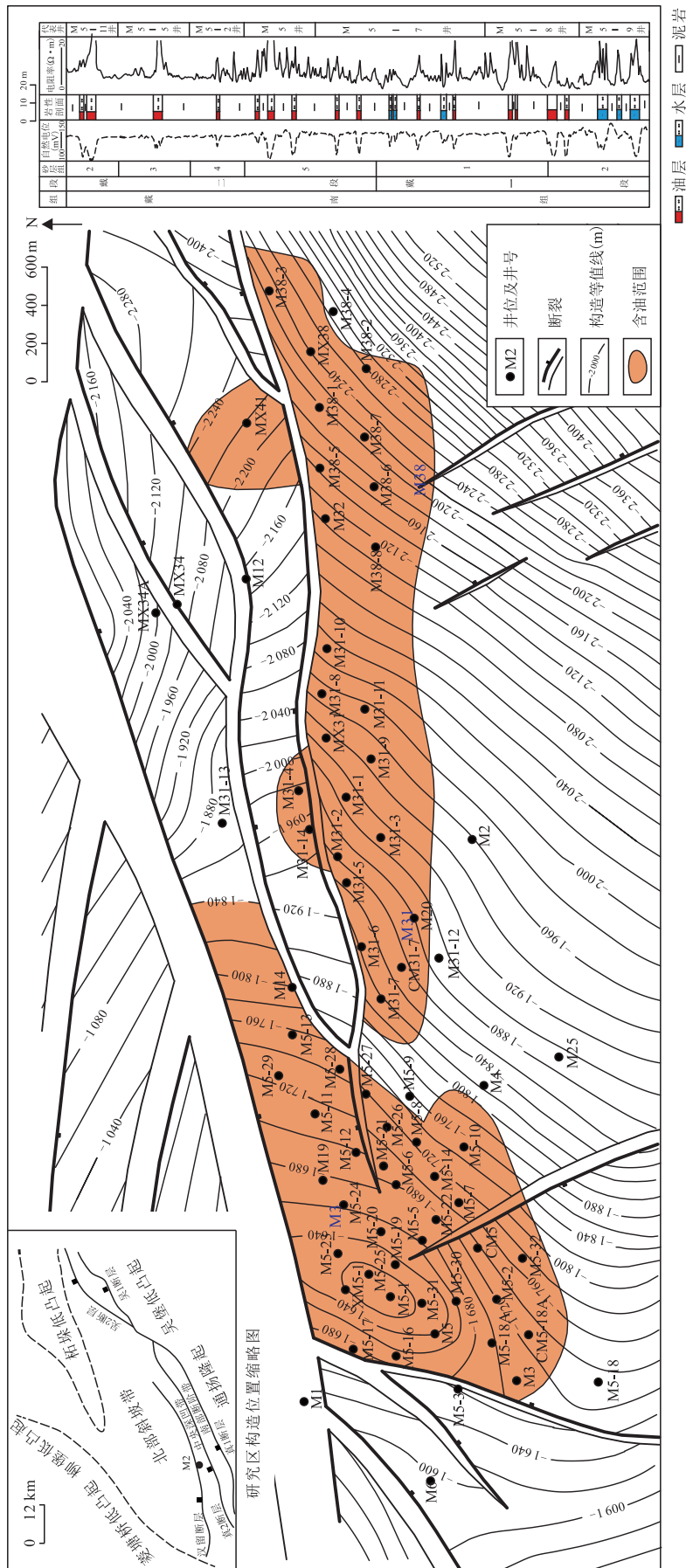


图1 MJZ油田M3、M31、M38断块E₂d₃底面构造
Fig. 1 Bottom structure of E₂d₃ of M3, M31, M38 block in MJZ Oilfield

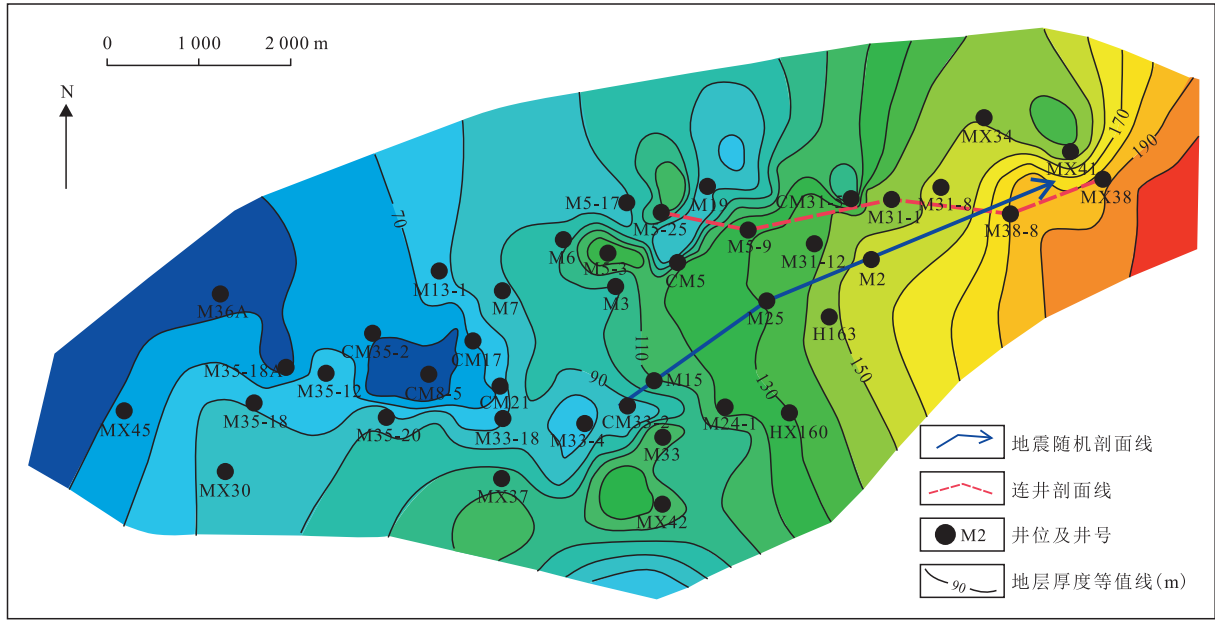


图2 MJZ油田 E_2d_1' 地层厚度等值线
Fig. 2 Stratum thickness contour of E_2d_1' in MJZ Oilfield

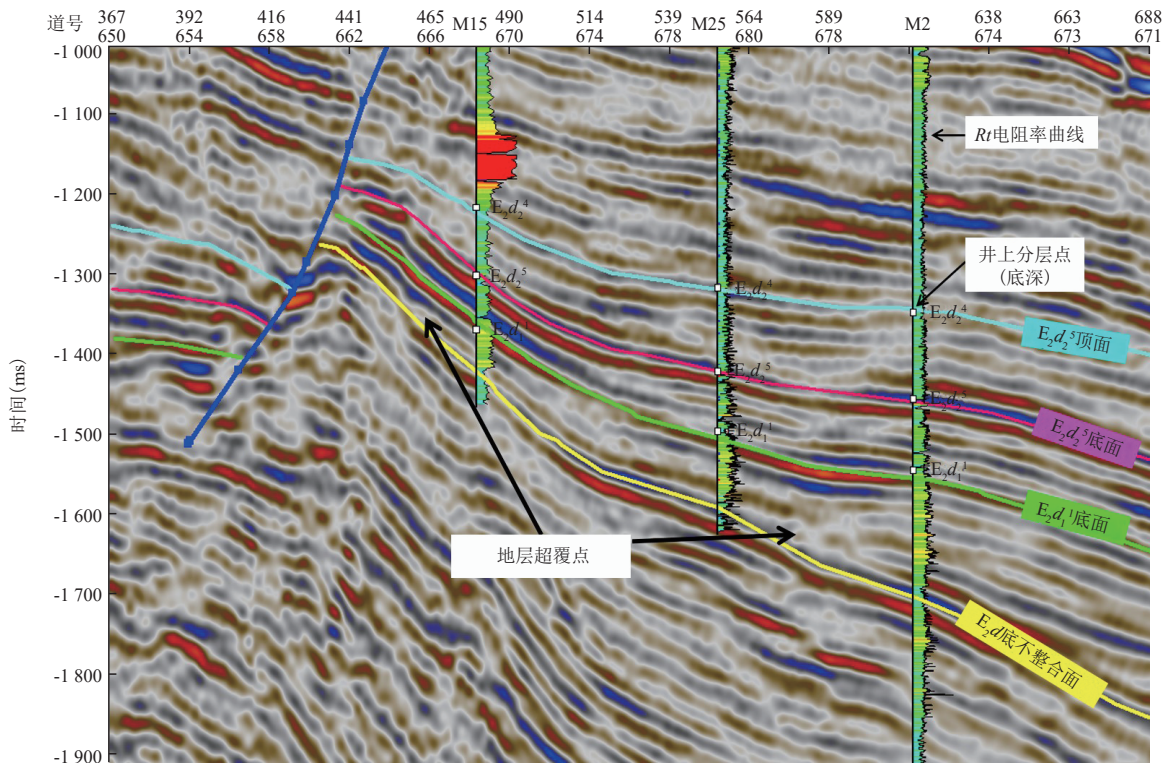


图3 MJZ地区变密度地震剖面(地震随机剖面线位置见图2)
Fig. 3 Variable density seismic profile of MJZ Oilfield (Position of seismic random section line is shown in figure 2)

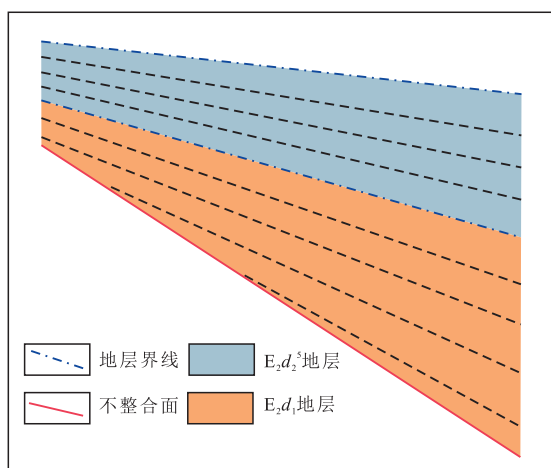


图4 MJZ地区地层发育模式

Fig. 4 Stratigraphic development mode of MJZ Oilfield

色,如图3所示),连续追踪性较强; $E_2d_2^5$ 顶部地震反射较弱(在变密度地震剖面呈灰色),但在区域上也可以连续追踪。

3.2 储层对比新认识

在MJZ地区地层对比标志层及发育模式认识基础上,重新建立适合于研究区构造岩性油藏的地层及储层对比方法:①立足地层旋回特征,即遵循地层旋回性变化的宏观规律;②突出地层发育模式,充分利用目的层系的地层超覆特征和由斜坡向深凹方向地层增厚的变化特征。

1) 立足地层旋回特征,实现主力层连片对比

M38与M31断块构造位置相邻且主力砂体均为 $E_2d_2^{5-5}$,从主力层附近地层的发育特征及电测曲线响应特征对比分析,两个区块目的层段地层旋回规律类似,如M38断块的MX38、M38-8,M31断块的M31-1等井均存在两个短期的正旋回沉积序列(图5),表明 $E_2d_2^{5-5}$ 可在这两个断块进行连片对比。通过多井连井剖面对比分析,确定 $E_2d_2^{5-5}$ 在M38、M31断块横向发育稳定,具较好的连通性和含油性。在两个断块统层对比认识基础上,再向西与M3断块M5-9、M5-25等井原划分的主力砂体 $E_2d_2^{5-3}$ 联合对比,发现目的层段与M38、M31断块 $E_2d_2^{5-5}$ 层段测井响应及地层旋回特征也类似。综合分析判断,M3断块主力层 $E_2d_2^{5-3}$ 可对应于M31、M38断块的 $E_2d_2^{5-5}$,3个区块 $E_2d_2^5$ 的主力层应为同一时期沉积砂体,文中并将其统一改名为 $E_2d_2^{5-5}$ 。

2) 突出地层发育模式,保障对比方案合理性

根据过研究区关键井的砂体对比图分析,MJZ北部 $E_2d_2^5$ 储层总体不发育,且横向稳定性差, $E_2d_2^5$ 地层厚度自西向东逐渐增大(图5)。而且新对比划分的主力砂体 $E_2d_2^{5-5}$ 在不同断块 $E_2d_2^5$ 层系的纵向相对位置类似,均位于中上部, $E_2d_2^{5-5}$ 与 $E_2d_2^5$ 底之间的地层自西向东逐渐增厚,与区域地层的发育特征相吻合。另外,在对研究区 $E_2d_2^{5-5}$ 实现统层对比并对该砂体层顶深度进行区域构造成像后,认为 $E_2d_2^{5-5}$ 顶面构造特征与 $E_2d_1^1$ 顶部第一高导泥岩(图5)的空间构造形态具有较好继承性。对比结果表明:在MJZ油田北部,对 $E_2d_2^5$ 进行 $E_2d_2^{5-5}$ 主力砂体的统层对比具有合理性。

通过应用建立在地层发育模式的地层及储层对比方法,获得了关于MJZ北部构造岩性油藏 $E_2d_2^5$ 主力砂体对比的创新性认识,即将原认为在区域分布零散的岩性砂体转变为连片呈规模分布的主力砂体,该成果对于推动MJZ构造岩性油藏的滚动扩边具有积极意义。

4 主力层滚动潜力分析

基于研究区储层对比的新认识,为降低油藏评价风险,从3个方面进一步明确了 $E_2d_2^{5-5}$ 主力砂体的滚动扩边潜力。

1) 滚动方向

根据MJZ北部 $E_2d_2^5$ 渗透性砂岩厚度及古地貌沟槽特征分析,研究区沉积物源主要来自于北部的4个分支:M3、M3与M31结合部、M31块的北部方向以及M38块的东北方向(图6)。对于 $E_2d_2^{5-5}$ 主力岩性砂体的高效滚动扩边,应重点围绕沉积物源方向的这4个分支展开。

2) 有利目标

主力层 $E_2d_2^{5-5}$ 在MJZ北部连片分布,但砂体厚度、有效厚度平面变化较大,其中M31断块 $E_2d_2^{5-5}$ 有效厚度变化区间介于1.5~3.2 m。综合研究区主力层砂岩厚度、有效厚度等平面分布特征,参考地震属性预测成果,以油水边界、砂厚1.5 m为界线圈定2个有利滚动评价区:M3块构造低部位,M31与M38块结合部(图6)。

3) 优化评价方案

针对有利滚动扩边目标,结合地震属性预测及

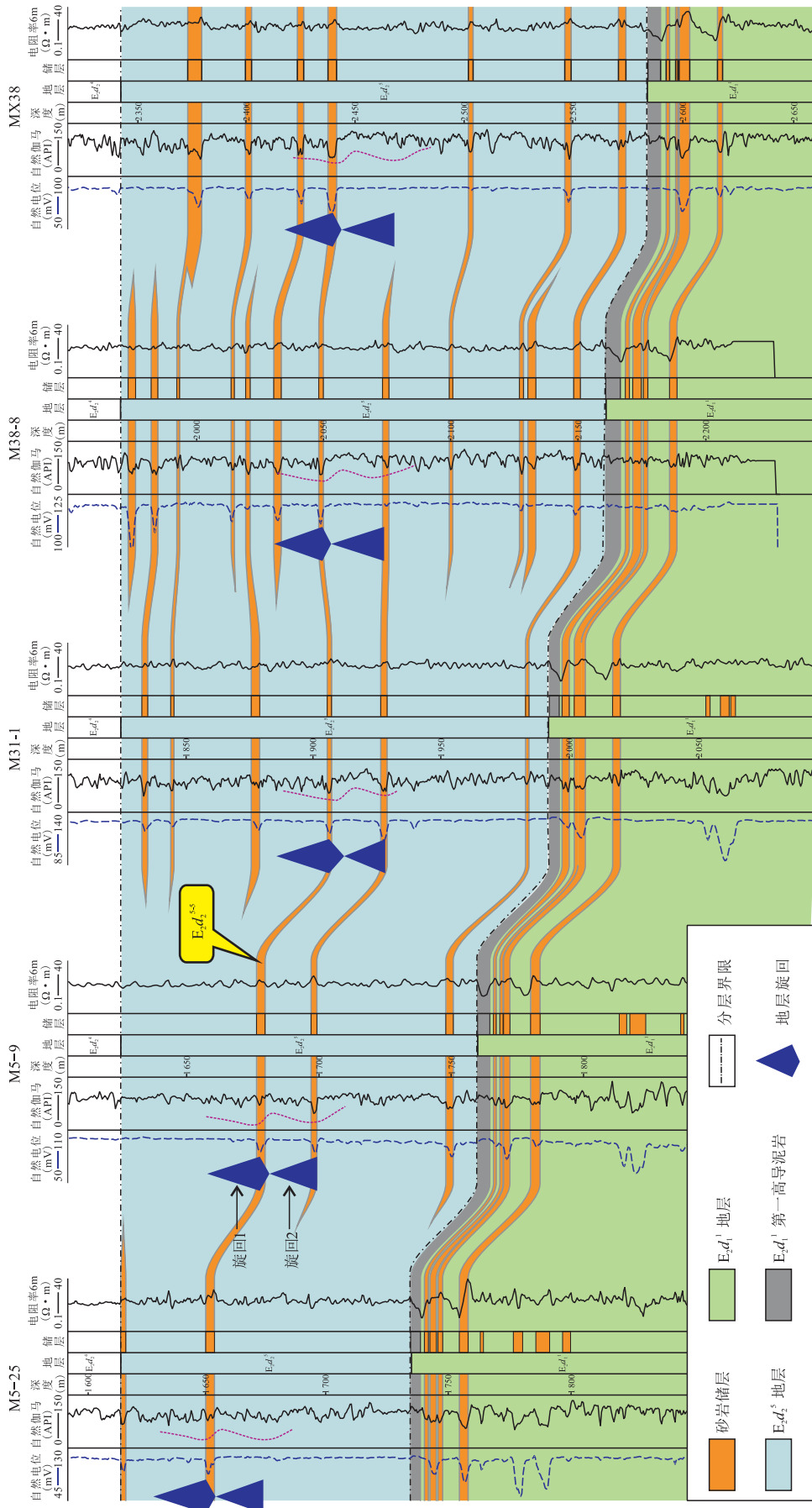


图5 MJZ油田北部 $E_2d_2^5$ 、 $E_2d_1^1$ 砂体对比(以 $E_2d_2^5$ 顶拉平,井位平面位置见图2)
 Fig.5 Sand body comparison of $E_2d_2^5$ and $E_2d_1^1$ in the northern part of MJZ Oilfield(Flatten with the top of $E_2d_2^5$, Well location is shown in figure 2)

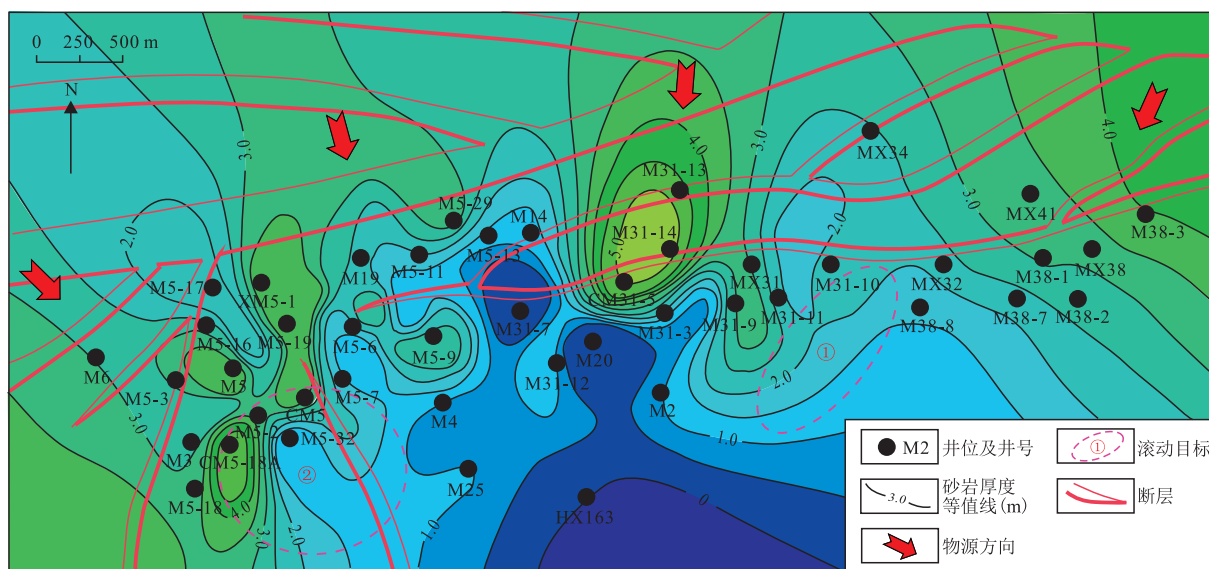


图6 MJZ油田北部 $E_2d_2^{5-5}$ 砂岩厚度等值线

Fig. 6 Sand thickness of $E_2d_2^{5-5}$ contour in the northern of MJZ Oilfield

油藏动静态资料,开展储层特征精细描述,逐一落实主力砂体的岩性及含油边界,优化井位部署方案并成功实施井位2口:①M31与M38断块结合部。M31断块 $E_2d_2^{5-5}$ 以油层、干层为主,但在M38断块 $E_2d_2^{5-5}$ 出现明显水层,主力层油水边界位于M38-7井附近。根据 $E_2d_2^{5-5}$ 地震平均振幅属性及厚度变化分析,在M31与M38块结合部储层较发育,且构造位置明显高于油水界面,具较好滚动扩边潜力;②M3断块构造低部位。M3南部构造低部位 $E_2d_2^{5-5}$ 油层较稳定发育,产能较好。在基于主力层对比及发育特征新认识的基础上,部署实施的CM5-18和CM5两口采油井均获得成功,其中CM5-18井 $E_2d_2^{5-5}$ 油层厚度为2.2 m,投产后日产油稳定在5.8 t,不含水。但后期实施的M5-32井储层不发育。根据储层描述最新成果,认为主力砂体在南部构造低部位存在水下分流河道的2个分支,即沿M5-2、CM5-18A井向南,沿M5-5、CM5井向东,这2个区域可作为 $E_2d_2^{5-5}$ 下步滚动扩边的意向区,优先部署井位。

5 结论

1) MJZ北部 E_2d 目的层系地层为平行于顶部地层的超覆式与等比例增厚的渐变式复合体,即 $E_2d_2^5$ 、 $E_2d_1^1$ 地层表现由构造高带向深凹带渐变式增厚的模式,而 E_2d_1 中下部地层为基本平行于顶部地层的超覆式模式。

2) 基于MJZ区域地层发育模式,根据地层旋回特征,对MJZ北部M3、M31、M38这3个断块 $E_2d_2^5$ 主力砂体开展了精细对比,将原认为分布零散的岩性砂体转变为连片呈规模分布的主力砂体 $E_2d_2^{5-5}$,并结合地震属性等资料明确其滚动扩边潜力,为下阶段MJZ及同类构造岩性油气藏的高效滚动扩边提供了技术支持。

参考文献

- 贾承造, 赵文智, 邹才能, 等. 岩性地层油气藏地质理论与勘探技术[M]. 北京: 石油工业出版社, 2008.
JIA Chengzao, ZHAO Wenzhi, ZOU Caineng, et al. Lithologic stratigraphic reservoir geology theory and exploration technique [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2008.
- 王路. 什股壕区带西部盒3段构造—岩性复合圈闭识别与评价[J]. 天然气技术与经济, 2022, 16(1): 24-29.
WANG Lu. Recognition and evaluation on structural-lithological compound trap of Shihezi 3 Member, western Shiguhao play, Ordos Basin[J]. Natural Gas Technology and Economy, 2022, 16(1): 24-29.
- 柯钦, 于志龙, 郭波, 等. 多信息协同分析在构造岩性复合圈闭识别中的应用[J]. 物探化探计算技术, 2020, 42(4): 490-495.
KE Qin, YU Zhilong, GUO Bo, et al. Application of multi-information collaborative analysis in structural lithologic composite trap identification[J]. Computing Techniques for Geophysical and Geochemical Exploration, 2020, 42(4): 490-495.
- 陈亮, 庞熊, 韩晋阳, 等. 珠江口盆地白云深水区构造—岩性油气藏特征及成藏模式[J]. 特种油气藏, 2019, 26(1): 30-36.
CHEN Liang, PANG Xiong, HAN Jinyang, et al. Structural-lithologic hydrocarbon reservoir characterization and accumulation patterns in the baiyun deep-water area of the Pearl River

- Mouth Basin[J]. *Special Oil and Gas Reservoirs*, 2019, 26(1): 30-36.
- [5] 梁冰.高邮凹陷断层—岩性油气藏勘探技术与实践[J].*中国石油勘探*, 2013, 18(4): 36-49.
LIANG Bing. Fault-Lithologic reservoir exploration technology and practice in Gaoyou Sag[J]. *China Petroleum Exploration*, 2013, 18(4): 36-49.
- [6] 谭丽娟,郭松.东营凹陷博兴油田沙四上亚段滩坝砂岩油气富集特征及成藏主控因素[J].*中国石油大学学报(自然科学版)*, 2011, 35(2): 25-31.
TAN Lijuan, GUO Song. Hydrocarbon accumulation features and main controlling factors of beach bar sandstone in upper E_{4s} formation in Boxing Oilfield, Dongying depression[J]. *Journal of China University of Petroleum*, 2011, 35(2): 25-31.
- [7] 张向涛,李小平,玄昌姬,等.南海东部浅水区非烃源岩层系岩性油藏勘探实践与方向[J].*石油学报*, 2021, 42(6): 695-707.
ZHANG Xiangtao, LI Xiaoping, XUAN Changji, et al. Exploration practice and direction of lithologic reservoirs in non-source rock strata in shallow water areas of the eastern South China Sea[J]. *Acta Petrolei Sinica*, 2021, 42(6): 695-707.
- [8] 宋明水,王永诗,郝雪峰等.渤海湾盆地东营凹陷古近系深层油气成藏系统及勘探潜力[J].*石油与天然气地质*, 2021, 42(6): 1243-1254.
SONG Mingshui, WANG Yongshi, HAO Xuefeng, et al. Petroleum systems and exploration potential in deep Paleogene of the Dongying Sag, Bohai Bay Basin[J]. *Oil & Gas Geology*, 2021, 42(6): 1243-1254.
- [9] 潘海峰,舒坤,赵荣刚,等.斜坡带小型岩性油藏滚动评价——以吐哈盆地台北凹陷葡萄沟—葡北构造带为例[J].*新疆石油地质*, 2020, 41(6): 692-696.
PAN Haifeng, SHU Kun, ZHAO Ronggang, et al. Rolling evaluation on small lithologic reservoirs in slope zones: A case study on Putaogou-Pubei structural zone of Taibei Sag in Turpan-Hami Basin[J]. *Xinjiang Petroleum Geology*, 2020, 41(6): 692-696.
- [10] 杨海风,牛成民,柳永军,等.渤海垦利6-1新近系大型岩性油藏勘探发现与关键技术[J].*中国石油勘探*, 2020, 25(3): 24-32.
YANG Haifeng, NIU Chengmin, LIU Yongjun, et al. Discovery and key exploration technology of KL6-1 large lithologic oil reservoir of Neogene in the Bohai Bay Basin[J]. *China Petroleum Exploration*, 2020, 25(3): 24-32.
- [11] 黄艳梅,徐莎,屈宏,等.岩性油藏储层连通性及剩余油分布研究[J].*复杂油气藏*, 2020, 13(1): 48-57.
HUANG Yanmei, XU Sha, QU Hong, et al. Reservoir connectivity and residual oil distribution in lithologic reservoirs [J]. *Complex Hydrocarbon Reservoirs*, 2020, 13(1): 48-57.
- [12] 刘丹,蔡然.盐湖盆地岩性油藏储层预测技术研究——以潜江凹陷张港单斜带为例[J].*云南化工*, 2020, 47(3): 148-152.
LIU Dan, CAI Ran. Study on reservoir prediction technology of lithologic reservoir in Salt Lake Basin[J]. *Yunnan Chemical Technology*, 2020, 47(3): 148-152.
- [13] 陈欢庆,胡海燕,李文青,等.复杂岩性油藏精细描述研究进展[J].*地球科学与环境学报*, 2020, 42(1): 99-119.
CHEN Huanqing, HU Haiyan, LI Wenqing, et al. Review on fine description of complex lithologic reservoir[J]. *Journal of Earth Sciences and Environment*, 2020, 42(1): 99-119.
- [14] 庞金梅,曹冰.高邮凹陷戴南组隐蔽油气藏的成因及勘探实践[J].*海洋石油*, 2005, 25(3): 7-13.
PANG Jinmei, CAO Bing. Origin and exploration practice of E_{2d} concealed oil and gas accumulation in Gaoyou Sag[J]. *Offshore Oil*, 2005, 25(3): 7-13.
- [15] 陈洪才,李爱民,杨冬平,等.苏北盆地高邮凹陷马家嘴地区戴南组油气成藏主控因素[J].*石油天然气学报*, 2014, 36(12): 28-32.
CHEN Hongcai, LI Aimin, YANG Dongping, et al. Main controlling factors of hydrocarbon accumulation of Dainan Formation in Majiazui Area of Gaoyou Sag in Subei Basin[J]. *Journal of Oil and Gas Technology*, 2014, 36(12): 28-32.
- [16] 周健,林春明,李艳丽,等.苏北盆地高邮凹陷马家嘴地区古近系戴南组物源分析[J].*沉积学报*, 2010, 28(6): 1117-1128.
ZHOU Jian, LIN Chunming, LI Yanli, et al. Provenance analysis of Dainan Formation(Paleogene) of Majiazui in Gaoyou Sag, Subei Basin[J]. *Acta Sedimentologica Sinica*, 2010, 28(6): 1117-1128.
- [17] 戴启德,黄玉杰.油田开发地质学[M].东营:石油大学出版社,2002.
DAI Qide, HUANG Yujie. *Petroleum Development Geology*[M]. Dongying: China University of Petroleum Press, 2002.
- [18] 王建功,卫平生,史永苏,等.松辽盆地南部西部斜坡区大规模岩性油气藏和地层超覆油气藏成藏条件[J].*中国石油勘探*, 2003, 8(3): 27-30.
WANG Jianguo, WEI Pingsheng, SHI Yongsu, et al. The condition of large lithological and stratigraphical overlap reservoir formation in the west slope of the south of Songliao Basin[J]. *China Petroleum Exploration*, 2003, 8(3): 27-30.
- [19] 鲍祥生,周海燕,许永予,等.地层超覆油气藏砂体预测理论研究与应用[J].*广东石油化工学院学报*, 2017, 27(6): 35-40.
BAO Xiangsheng, ZHOU Haiyan, XU Yongyu, et al. Research and application of sand body prediction theory for stratigraphic onlap hydrocarbon reservoir[J]. *Journal of Guangdong University of Petrochemical Technology*, 2017, 27(6): 35-40.
- [20] 周静毅,朱立新,雷蕾.地震正演技术在涪西探区地层超覆型隐蔽圈闭识别中的应用[J].*海洋石油*, 2021, 41(4): 15-21.
ZHOU Jingyi, ZHU Lixin, LEI Lei. Application of Seismic Forward Modeling Technology in Identification of Stratigraphic Overlap Subtle Traps in Weixi Exploration Area[J]. *Offshore Oil*, 2021, 41(4): 15-21.
- [21] 臧明峰,白玉花,石慧敏,等.歧北斜坡沙二段地层超覆点的刻画研究[J].*录井工程*, 2017, 28(1): 87-90.
ZANG Mingfeng, BAI Yuhua, SHI Huimin, et al. Characterization of overlap point in the second member of Shahejie formation in Qibei slope[J]. *Mud Logging Engineering*, 2017, 28(1): 87-90.

(编辑 徐佩)