

doi: 10.11720/wyht.2022.1060

曹飞, 杨敏, 鲍典, 等. 油气微生物对顺北断溶体油藏的近地表响应[J]. 物探与化探, 2022, 46(3): 678–684. <http://doi.org/10.11720/wyht.2022.1060>

Cao F, Yang M, Bao D, et al. Near-surface response of hydrocarbon-consuming microorganisms to the fault-karst reservoirs in Shunbei oil and gas field[J]. Geophysical and Geochemical Exploration, 2022, 46(3): 678–684. <http://doi.org/10.11720/wyht.2022.1060>

油气微生物对顺北断溶体油藏的近地表响应

曹飞¹, 杨敏¹, 鲍典¹, 陈银节², 王国建²

(1. 中国石油化工股份有限公司 西北油田分公司, 新疆 乌鲁木齐 830011; 2. 中国石油化工股份有限公司石油勘探开发研究院 无锡石油地质研究所, 江苏 无锡 214126)

摘要: 顺北油气田是塔里木盆地的超深断溶体油藏, 具有目的层埋藏深、断裂发育的特点。地震信号因沙漠地表吸收衰减严重, 资料信噪比、分辨率低, 勘探难度大。基于油气垂向微渗漏理论的微生物勘探技术可以探测断裂带的含油气性, 配合地球物理, 可提高识别断裂带含油气性预测的成功率。以顺北 5 断裂带为主要目标的微生物油气勘探试验研究表明, 油气微生物丰度异常对断溶体油藏具有较好的近地表响应。与植被覆盖区相比, 沙漠区的油气微生物指标 (包括甲烷氧化菌和丁烷氧化菌) 具有测量值低、波动性小的特点, 但由于沙漠区特殊的生态条件, 油气微生物受其他微生物群落的干扰更少, 从而更能反映深层油气垂向微渗漏的近地表响应。应用结果显示, 无论是甲烷氧化菌还是丁烷氧化菌, 其高值异常区均主要集中分布于顺北 5 断裂带附近, 同时, 在顺北 1 断裂带附近也有较好的异常显示。从异常的走向来看, 同断裂带的走向也基本一致, 显示微生物异常带与断溶体油藏存在较高的关联度, 表明油气微生物勘探技术在断溶体油气藏勘探中具有良好的应用前景。

关键词: 顺北地区; 断溶体油藏; 微生物勘探; 近地表响应; 应用前景

中图分类号: P631.4

文献标识码: A

文章编号: 1000-8918(2022)03-0678-07

0 引言

顺北地区特深断溶体油气藏的发现是近年来塔里木盆地油气勘探的重大突破^[1]。钻井证实, 顺北自 1 号断裂带向西到 7 号断裂带, 均有较好的油气发现。但不同断裂带油气富集程度不同, 同一断裂带不同段之间的油气富集程度也不同^[2]。这是因为顺北地区断层经过多期活动改造^[3], 具有发育样式多、断距小、水平位移小、分段性强、埋藏深 (大于 7000m) 等特点。再加上沙漠地表吸收衰减严重, 资料信噪比、分辨率低^[4-6], 火成岩发育, 次级断裂成像难度大。而基于油气垂向微渗漏理论的微生物勘探技术^[7], 可以探测断裂带的含油气性, 具有直接、经济的特点。配合地球物理, 可提高顺北地区断裂带含油气性预测的成功率。

油气微生物勘探, 是通过检测近地表土壤中微

生物群落种类及数量来指示深部油气藏。油气微生物应用于近地表地球化学勘探的理论基础是, 当油气藏中的烃类组分向地表垂直运移过程中, 轻烃气体以吸附或游离状态被地表土壤颗粒所“捕获”, 栖息于土壤颗粒中的专性微生物能够利用这些轻烃物质大量繁殖, 并形成微生物数量高值异常, 其异常分布区域对油气藏的位置具有指示性, 检测这类油气指示微生物的异常可预测下伏油气藏的分布情况^[8-9]。微生物应用于近地表油气勘探具有普遍性、垂直性及动态性 3 大优势^[10-11]。就顺北地区的沙漠景观来说, 由于其地表介质存在一定程度的不稳定性 (如风成流动沙), 因此, 在检测方法的选择上, 尽量避免选择那些形成时间较长的检测物 (如酸解烃、 ΔC 及微量元素等), 而应该选择一些较为活跃, 在较短时间内就能达到平衡状态的检测物 (如游离烃、顶空轻烃等), 但由于沙漠区细沙疏松, 不利于这些微渗漏活跃态烃类的较高含量赋存, 油

收稿日期: 2021-02-25; 修回日期: 2022-01-14

基金项目: 国家自然科学基金项目 (41872126); 中石化西北油田分公司科研项目 (KY2018-S-068)

第一作者: 曹飞 (1977-), 男, 硕士研究生, 副研究员, 主要从事深层碳酸盐岩缝洞型及碎屑岩油气藏评价与开发工作。Email: ccf678@163.com

气微生物作为活跃烃类的消耗者,与活跃烃类紧密联系,在所有存在活跃烃类的地方,都应该有油气微生物。同时,由于沙漠地区特殊的生态条件,相较于其他耕作区或植被密集区,油气微生物检测受其他微生物群落的干扰应该更少,理论上应该具有更好的应用效果。

勘探表明,工区内的顺北 5 断裂带上多口钻井均已获工业油气流,可以说区内的顺北 1 断裂带和顺北 5 断裂带整体含油^[1,12]。顺北一区断裂主要为分段走滑断裂,走滑断裂倾角近于直立,模拟实验证实:走滑断裂带油气以垂向输导模式为主。该模式可归纳为:在油气的成藏阶段,走滑断裂带及裂缝系统是重要的疏导通道,在油气成藏后,上覆地层中的继承性次生裂隙和微裂缝系统,为油气通过盖层及上覆地层的微渗漏提供优势通道^[13]。直立走滑段横向延伸相对较强,因此沿断裂走向储集体规模是很可观的;在纵向上断裂发育也相对较好,有效沟通了上下规模储集体,因此断穿基底的直立走滑段勘探潜力较好。

1 研究区地质概况及微生物勘探部署

顺北地区在构造上是沙雅隆起的外延部分,整体处于前震旦变质基底上形成的长期巨型古隆起的斜坡部位,地层从震旦系至第四系都发育较齐全。顺北工区奥陶系碳酸盐岩缝洞型储层发育,西部阿瓦提—阿满过渡带寒武—奥陶系烃源岩发育^[14],经历了多次生排烃过程,为顺北地区提供充足油源^[15]。

从目前顺北一区的勘探开发成果看,该区奥陶系整体含油^[16-17],油柱高度较高,油气整体在主干

断裂带较为富集。储层的发育程度是研究区奥陶系油藏的重要控制因素^[18],储集体的发育规模决定了油气的富集程度,储层规模大,则产能较高。顺北地区奥陶系断裂较为发育,这些断裂在研究区奥陶系油藏的成藏过程中起着关键性作用。同时,断裂也是油气运移的有利通道^[18],主干断溶体油气充注程度高,油柱高度大。综合分析,顺北区块奥陶系的油气成藏模式总结起来为^[1,16,19]:有利储层沿断溶体展布,主干断溶体上储层的发育规模大。断裂,尤其是断穿基底的深大断溶体是油气运移的有利通道,油气沿深大断裂垂向运移为主,侧向调节为辅,遇有利储集体则聚集成藏,深大断溶体附近油气充注程度高,油气富集。

断裂通源性类型与断裂带的规模级别、产能大小具有相关性,即不同断裂带油气富集程度不同。断裂带控缝作用解析表明,1 号断裂带:整体以平移—张扭为主;5 号断裂带:北部以压隆与平移段为主,向南发育张扭段。张扭/平移段连通规模大,压隆段内部分割性强。张扭段、平移段、压隆段单位压降产量依次降低,即同一断裂带不同段油气富集程度不同^[1,2,16]。

以顺北 5 号断裂带为主要目标,开展近地表油气微生物勘探有效方法的试验研究。试验区处于中石化顺北一区块范围内,以顺北 5 号断裂为中心线向东西两侧延伸。SN 向长约 5 km,EW 向宽 12 km,面积近 60 km²(图 1)。工区地表为沙漠地貌,沙丘走向为 NE—SW 向,主要土壤成分为干燥细沙。区内高程 930~979 m,最大高差近 40 m。中部纵贯南北的为顺北 5 号断裂带,东南角少量覆盖了顺北 1 号断裂带。全区共布置 1 056 个试验点,采集微生物样品。

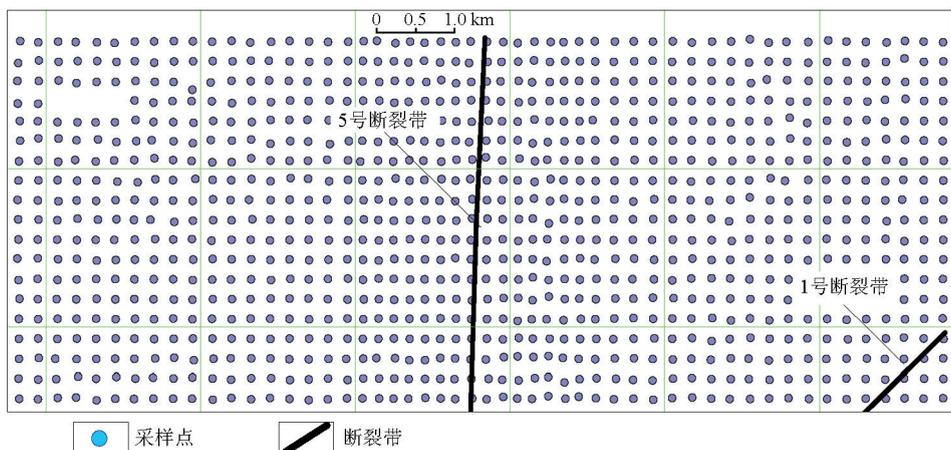


图 1 顺北研究区微生物勘探采样点位

Fig.1 Bitmap of seismic interpretation and microbial exploration sampling points in Shunbei study area

2 油气微生物勘探技术应用

2.1 油气微生物指标丰度特征

试验区的微生物检测指标包括甲烷氧化菌(MOB)和丁烷氧化菌(BOB),作为对比,在顺北试

验区开展微生物取样与检测的同一时间段,还在塔北另一地区开展了同样方式的微生物检测工作,对比区紧邻塔里木河位置,地表地貌为农业耕作区,这与顺北的沙漠地貌形成了巨大的差异。两种不同的地貌单元,其微生物指标显示了一定程度的差异性(表1)。

表1 不同地貌微生物指标特征值对比

Table 1 Comparison table of characteristic values of microbial indexes in different landforms

指标	甲烷氧化菌		丁烷氧化菌	
	沙漠	农田	沙漠	农田
样本数/个	1055	134	1055	135
极小值/(只·g ⁻¹)	3.00	10.00	29.00	85.00
中位值/(只·g ⁻¹)	43.00	81.00	160.00	235.00
极大值/(只·g ⁻¹)	618.00	630.00	616.00	782.00
均值/(只·g ⁻¹)	48.89	96.83	162.73	256.93
标偏/(只·g ⁻¹)	37.43	78.66	43.37	116.92
变异系数	0.77	0.81	0.27	0.46

对比表明,在两种不同的地貌单元,无论是甲烷氧化菌还是丁烷氧化菌均表现了一定程度的差异性,具体表现在农田地貌区,微生物指标具有更高的测量值和更大的指标波动系数。在各指标的特征值

方面(包括极小值、极大值、均值、标准偏差及波动系数等),农田区均明显高于沙漠区。尤其是均值和标偏两特征值,农田区的测量值高出沙漠区一倍左右(图2)。

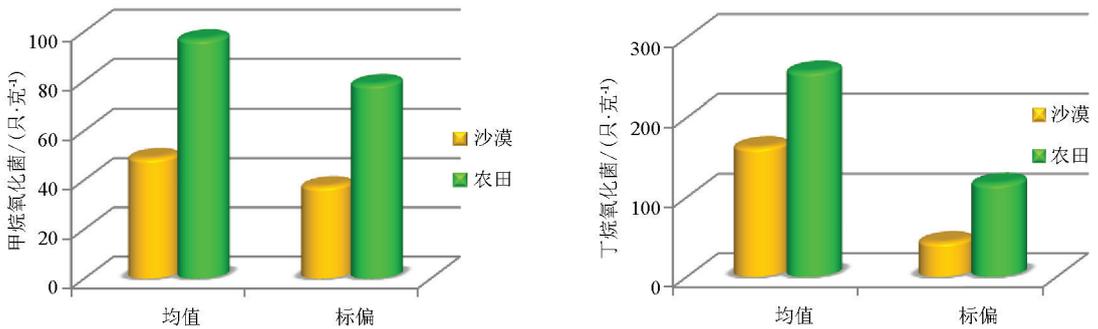


图2 农田与沙漠地貌区微生物特征值对比

Fig.2 Comparison of microbial characteristic values between farmland and desert landform areas

微生物不同菌种的比值(MOB/BOB),反映了微生物的结构特征。从甲烷氧化菌与丁烷氧化菌的比值来看,沙漠区较农田区变异系数更大(0.80),明显高于农田区的0.63(表2)。但二者分布特征较为一致(图3),其分布的主峰位置也极为接近(沙漠区中位值为0.27,农田区为0.33)。这从一个方面表明,虽然两个地区的地貌条件差异较大,但由于两个研究区均有较好的油气发现,因此,其微生物菌落结

构具有较高的一致性。

2.2 研究区微生物指标丰度平面分布

通过指标平面等值线图的分析,可以了解指标的测量值在整个研究区的变化规律,尤其通过分析高值区的分布与油气藏的关系,可以从一个方面判断该指标对于本地区的勘探有效性。图4分别为试验区甲烷氧化菌和丁烷氧化菌的平面分布等值线,通过分析甲烷的等值线图可以看出,该指标在研究

表2 农田与沙漠微生物结构特征对比

Table 2 Comparison table of microbial structure characteristics between farmland and desert

地貌	中位值/(只·g ⁻¹)	极大值/(只·g ⁻¹)	均值/(只·g ⁻¹)	标准偏差/(只·g ⁻¹)	变异系数
沙漠	0.27	4.48	0.31	0.25	0.80
农田	0.33	1.25	0.37	0.23	0.63

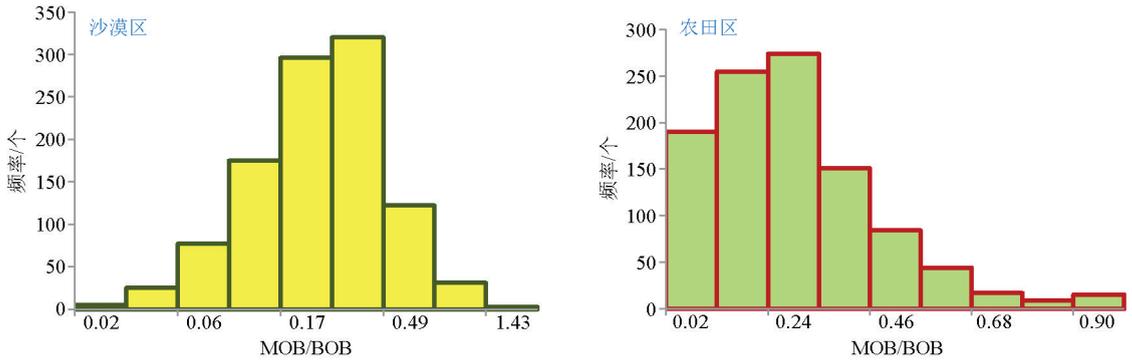
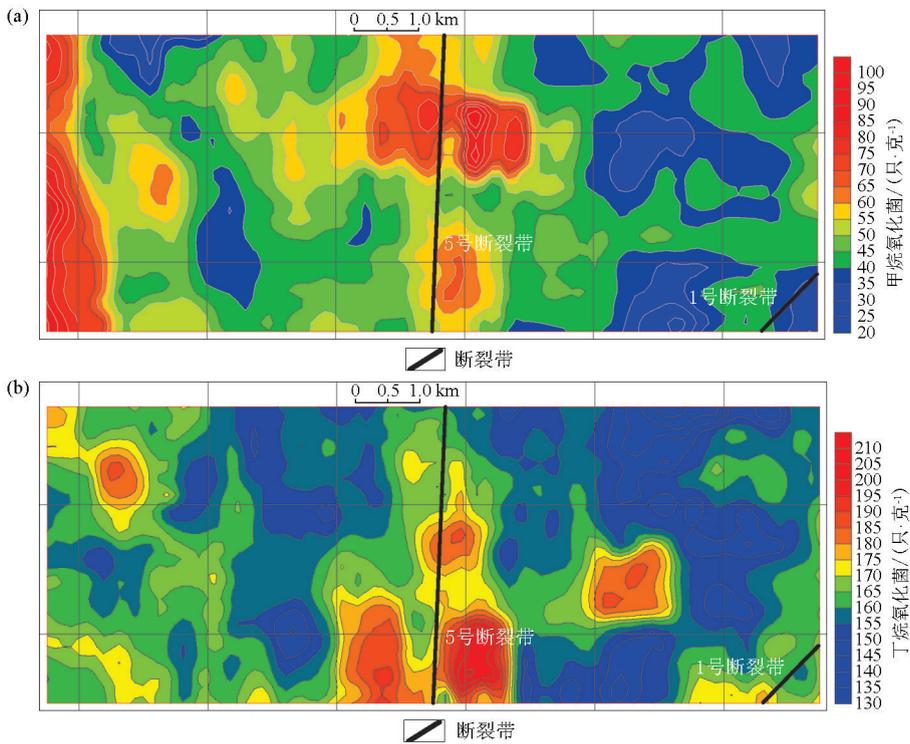


图 3 不同地貌区微生物结构特征直方图

Fig.3 Histogram of microbial structure characteristics in different geomorphologic areas



a—甲烷氧化菌;b—丁烷氧化菌

a—methane oxidizing bacteria;b—butane oxidizing bacteria

图 4 顺北研究区微生物指标平面等值线

Fig.4 Isoline map of microbial index plane in Shunbei study area

区的西侧出现了一块高强度的甲烷氧化菌异常,该处并未发现特殊的地表介质变化及地质特征的变化,因此,该异常区块也就引起重视,具体成因还有待进一步探讨。除此之外,试验区的甲烷氧化菌高值区主要分布于研究区的中部位置,尤其是沿顺北 5 号断裂带,有较为集中的高值异常分布(图 4a)。与甲烷氧化菌相类似,丁烷氧化菌的高值异常也主要分布于顺北 5 号断裂带附近,同时,在顺北 1 号断裂带附近也有较好的异常存在(图 4b)。

从异常的走向来看,在顺北 5 号断裂带附近,异常为近 SN 走向,与顺北 5 号断裂带的走向基本一

致。而在试验区的东南角,高值区走向明显倾斜,与顺北 1 号断裂带存在较高的关联度。

顺北 5 号断裂带是试验区的主要油气藏分布区域,因此,通过统计对比该断裂带附近与外围的指标特征,可以从另一个侧面了解微生物指标对油气藏的反映程度。以顺北 5 号断裂带为中心,向东西两侧各扩展 1.4 km 作为断裂带的核心区,而该核心区以外的区域作为外围对比区,其中核心区以东为东区,以西为西区。在全部 1 056 个样本中,各区样本数比较接近(图 5)。由于系统误差的影响(分析过程中,局部批次异常高值),其中西侧 3 条线(共计



图5 顺北5断裂带核心区与外围对比样本分布

Fig.5 Comparison between the core area and the periphery of the Shunbei 5 fault zone

60个样本点),不参与甲烷氧化菌的统计对比。

统计对比结果表明(表3),位于顺北5号断裂带上方的核心区,各指标的特征值(包括均值、标准差及变异系数等)均明显高于其外围,尤其是反映指标波动特性的标准差及变异系数,核心区远高于其东西两侧。尤其甲烷氧化菌与丁烷氧化菌的比值指标,且在气藏附近区域标准差为0.31,而其外围区域仅为0.1~0.18,差异尤其明显。统计说明,微生物指标对于顺北5号断裂气藏表现为高测量值、高变异的特征。

表3 顺北5号断裂带核心区与外围指标特征值对比
Table 3 Comparison table of characteristic values between the core area and peripheral indexes of the Shunbei 5 fault zone

特征值	分区	MOB	BOB	MOB/BOB
均值	西区	46.00	161.88	0.29
	核心区	53.94	167.91	0.33
	东区	40.42	158.65	0.27
标准差	西区	28.29	36.55	0.18
	核心区	47.96	48.18	0.31
	东区	24.27	44.40	0.17
变异系数	西区	0.61	0.23	0.61
	核心区	0.89	0.29	0.93
	东区	0.60	0.28	0.64

2.3 油气微生物指标局部变异系数特征

通过顺北5号断裂带附近与外围的指标特征对比表明,断裂带附近的指标强度及变异性均强于其外围,变异性的差异更加明显。变异性在平面分布上,也就是指标的波动性、标准差及变异系数是衡量指标波动性的主要参数。

标准差能很客观准确地反映一组数据的离散程度,但当需要比较两组数据离散程度大小的时候,如果两组数据的测量尺度相差太大,或者数据量纲不同,标准差就缺少可比性,此时就应当消除测量尺度和量纲的影响,而变异系数可以做到这一点,它是原始数据标准差与原始数据平均数的比值,变异系数

实现了不同量纲的客观比较。

对化探数据而言,变异系数是对一定范围内指标数据波动性的客观反映,对全区局部范围的测量数据进行滑动计算,其计算结果反映了变异系数在整个研究区的平面变化特征,进而研究指标测量值的波动特征与油气藏关系。这种局部范围的变异系数及其在全区的变化,称为指标的局部变异系数。

图6为不同微生物指标在整个研究区的局部变异系数变化平面图,平面图直观的表明,无论是甲烷氧化菌还是丁烷氧化菌,在顺北5号断裂带附近均存在局部变异系数的高值异常带,且该高值异常带的走向与断裂带的走向近乎一致。不仅如此,在试验区的东南角顺北1断裂带附近,微生物指标也存在局部变异系数异常,且异常走向呈NEE向,与顺北1断裂带在试验区的走向大体一致。

3 结论

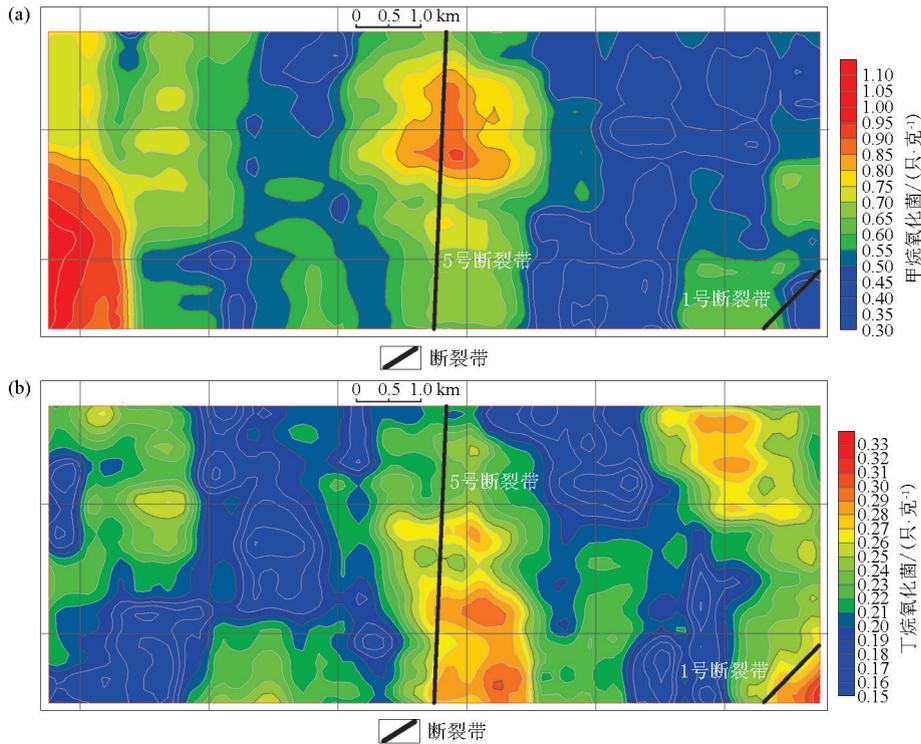
1)顺北断溶体油藏上方很多为沙漠地貌,与其他植被覆盖区相比,微生物指标中无论是甲烷氧化菌还是丁烷氧化菌,沙漠地貌区均具有更低的测量值和更小的指标波动系数。但另一方面,由于沙漠地区特殊的生态条件,相较其他的耕作区或植被密集区,油气微生物检测受其他微生物群落的干扰更少,显示了更好的应用前景。

2)统计表明,位于顺北5号断裂带上方的核心区,各指标的特征值(包括均值、标准差及变异系数等)均明显高于其外围,尤其是反映指标波动特性的标准差及变异系数,核心区远高于其东西两侧。微生物指标对于顺北5号断溶体油藏表现为高测量值、高变异的特征。

3)试验区的微生物指标高值区,主要分布于研究区的中部顺北5号断裂带附近,同时,在顺北1号断裂带附近也有较好的异常显示。从异常的走向来看,与断裂带的走向基本一致,显示微生物异常带与断裂带存在着较高的关联度。与测量值的高值异常分布情况类似,在顺北5号断裂带及顺北1号断裂带附近,均存在着微生物指标(MOB、BOB)的局部变异系数异常,且异常带的走向与断裂带的走向近乎一致。油气微生物勘探技术对顺北断溶体含油气性具有较好预测价值。

参考文献(References):

- [1] 焦方正.塔里木盆地顺北特深碳酸盐岩断溶体油气藏发现意义与前景[J].石油与天然气地质,2018,39(2):207-216.



a—甲烷氧化菌;b—丁烷氧化菌

a—methane oxidizing bacteria;b—butane oxidizing bacteria

图 6 顺北研究区微生物局部变异系数平面等值线

Fig.6 Planar contour map of microbial fluctuation rate in Shunbei study area

Jiao F Z. Significance and prospect of ultra-deep carbonate fault-karst reservoirs in Shunbei area, Tarim Basin [J]. Oil & Gas Geology, 2018, 39(2): 207–216.

[2] 邓尚, 李慧莉, 张仲培, 等. 塔里木盆地顺北及邻区主干走滑断裂带差异活动特征及其与油气富集的关系[J]. 石油与天然气地质, 2018, 39(5): 878–888.

Deng S, Li H L, Zhang Z P, et al. Characteristics of differential activities in major strike-slip fault zones and their control on hydrocarbon enrichment in Shunbei area and its surroundings, Tarim Basin [J]. Oil & Gas Geology, 2018, 39(5): 878–888.

[3] 黄太柱. 塔里木盆地塔中北坡构造解析与油气勘探方向[J]. 石油实验地质, 2014, 36(3): 257–267.

Huang T Z. Structural interpretation and petroleum exploration targets in northern slope of middle Tarim Basin [J]. Petroleum Geology & Experiment, 2014, 36(3): 257–267.

[4] 周翼, 陈学强, 江民, 等. 塔克拉玛干沙漠区浅表层对地震波的吸收衰减作用[J]. 石油地球物理勘探, 2016, 51(2): 218–223.
Zhou Y, Chen X Q, Jiang M, et al. Seismic wave absorption caused by near-surface in Taklimakan Desert [J]. Oil Geophysical Prospecting, 2016, 51(2): 218–223.

[5] 孔剑冰, 庄道川, 高雁, 等. 塔里木盆地沙漠区低信噪比地震资料静校正和去噪方法[J]. 物探与化探, 2005, 29(3): 257–260.
Kong J B, Zhang D C, Gao Y, et al. A study of static correction and denoising method for low signal to noise ratio seismic data from the desert area of tarim basin and its application [J]. Geophysical and Geochemical Exploration, 2012, 2005, 29(3): 257–260.

[6] 贾丽华, 曾庆才, 段洪有, 等. 塔中沙漠地区深层地震资料处理

方法[J]. 物探与化探, 2002, 26(3): 232–235.

Jia L H, Zeng Q C, Duan H Y, et al. Deep seismic data processing technique for central taklimakan desert area [J]. Geophysical and Geochemical Exploration, 2002, 26(3): 232–235.

[7] 汤玉平, 顾磊, 许科伟, 等. 油气微生物勘探机理及应用[J]. 微生物学通报, 2016, 43(11): 2386–2395.

Tang Y P, Gu L, Xu K W, et al. Research and application of microbial exploration for oil and gas [J]. Microbiology China, 2016, 43(11): 2386–2395.

[8] Atlasrm. 石油微生物学 [M]. 黄第藩, 译. 北京: 石油工业出版社, 1991.

Atlasrm. Petroleum Microbiology [M]. Translated by Huang Difan. Beijing: Petroleum Industry Press, 1991.

[9] 杨帆, 沈忠民, 汤玉平, 等. 准噶尔盆地春光探区油气微生物指示[J]. 石油学报, 2017, 38(7): 804–812.

Yang F, Shen Z M, Tang Y P, et al. Hydrocarbon microbial prospecting in Chunguang exploration area, Junggar Basin [J]. Acta Petrolei Sinica, 2017, 38(7): 804–812.

[10] 汤玉平, 蒋涛, 任春, 等. 地表微生物在油气勘探中的应用[J]. 物探与化探, 2012, 36(4): 546–549.

Tang Y P, Jiang T, Ren C, et al. The application of edaphic microbe to oil and gas exploration [J]. Geophysical and Geochemical Exploration, 2012, 36(4): 546–549.

[11] 梅海, 林子子, 梅博文, 等. 油气微生物检测技术: 理论、实践和应用前景[J]. 天然气地球科学, 2008, 19(6): 888–893.

Mei H, Lin R Z, Mei B W, et al. Microbial oil-gas detection technologies: theory, practice and application prospect [J]. Natural Gas

- Geoscience, 2008, 19(6): 888 - 893.
- [12] 陈绪云, 朱秀香, 曹自成, 等. 顺托果勒地区及周缘奥陶系油气藏分布特征与成因浅析[J]. 新疆地质, 2017, 35(1): 74 - 78.
Chen X Y, Zhu X X, Cao Z C, et al. Distribution characteristics and origin of Ordovician oil and gas reservoirs in Shuntuoguole region and its periphery [J]. Xinjiang Geology, 2017, 35(1): 74 - 78.
- [13] 王国建, 汤玉平, 赵克斌, 等. 油气化探技术在川西坳陷油气勘探中的应用[J]. 地质通报, 2009, 28(11): 1643 - 1649.
Wang G J, Tang Y P, Zhao K B, et al. Application of hydrocarbon geochemical exploration technique in oil and gas exploration in western Sichuan depression, China [J]. Geological Bulletin of China, 2009, 28(11): 1643 - 1649.
- [14] 张水昌, 高志勇, 李建军, 等. 塔里木盆地寒武系—奥陶系海相烃源岩识别与分布预测[J]. 石油勘探与开发, 2012, 39(3): 285 - 294.
Zhang S C, Gao Z Y, Li J J, et al. Identification and distribution of marine hydrocarbon source rocks in the Ordovician and Cambrian of the Tarim Basin [J]. Petroleum Exploration and Development, 2012, 39(3): 285 - 294.
- [15] 赵孟军, 王招明, 潘文庆, 等. 塔里木盆地满加尔凹陷下古生界烃源岩的再认识[J]. 石油勘探与开发, 2008, 35(4): 417 - 423.
Zhao M J, Wang Z M, Pan W Q, et al. Lower Palaeozoic source rocks in Manjiaer Sag, Tarim Basin [J]. Petroleum Exploration and Development, 2008, 35(4): 417 - 423.
- [16] 漆立新. 塔里木盆地地下古生界碳酸盐岩大油气田勘探实践与展望[J]. 石油与天然气地质, 2014, 35(6): 771 - 779.
Qi L X. Exploration practice and prospects of giant carbonate field in the Lower Paleozoic of Tarim Basin [J]. Oil & Gas Geology, 2014, 35(6): 771 - 779.
- [17] 张保涛, 于炳松, 朱光有, 等. 塔中北斜坡富油气区油气分布规律与富集主控因素研究[J]. 地学前缘, 2015, 22(1): 271 - 280.
Zhang B T, Yu B S, Zhu G Y, et al. Research on hydrocarbon distribution regularity and main accumulation controlling factors of Tazhong northern slope hydrocarbon-rich region [J]. Earth Science Frontiers, 2015, 22(1): 271 - 280.
- [18] 马庆佑, 沙旭光, 李玉兰, 等. 塔中顺托果勒区块走滑断裂特征及控油作用[J]. 石油实验地质, 2012, 34(2): 120 - 124.
Ma Q Y, Sha X G, Li Y L, et al. Characteristics of strike-slip fault and its controlling on oil in Shuntuoguole region, middle Tarim Basin [J]. Petroleum Geology & Experiment, 2012, 34(2): 120 - 124.
- [19] 朱秀香, 陈绪云, 曹自成. 塔里木盆地顺托果勒低隆起顺托1井区油气成藏模式[J]. 石油实验地质, 2017, 39(1): 41 - 49.
Zhu X X, Chen X Y, Cao Z C. Hydrocarbon accumulation mode of Shuntuo 1 well block in the Shuntuoguole lower uplift, Tarim Basin [J]. Petroleum Geology & Experiment, 2017, 39(1): 41 - 49.

Near-surface response of hydrocarbon-consuming microorganisms to the fault-karst reservoirs in Shunbei oil and gas field

CAO Fei¹, YANG Min¹, BAO Dian¹, CHEN Yin-Jie², WANG Guo-Jian²

(1. SINOPEC Northwest Oilfield Company, Urumqi 830011, China; 2. Wuxi Research Institute of Petroleum Geology, Research Institute of Exploration and Production, SINOPEC, Wuxi 214126, China)

Abstract: As an ultra-deep fault-karst reservoir located in the Tarim Basin of Xinjiang, the Shunbei oil and gas field possesses the characteristics of the large burial depth and fault development in the target formations. This oil and gas field is difficult to explore due to the low signal-to-noise ratio and low resolution of seismic signal data since seismic signals are absorbed by the desert surface and thereby suffer severe attenuation. The microbial prospecting developing based on the theory of vertical hydrocarbon microseepage can detect the oil and gas-bearing properties of fault zones. This technology, combined with geophysical exploration, can improve the success rate of the prediction of the oil and gas-bearing properties of fault zones. This experimental study of microbial prospecting in fault zone No.5 in the Shunbei oil and gas field shows that the abundance anomalies of hydrocarbon-consuming microorganisms show good near-surface response to fault-karst reservoirs. Compared to areas with vegetation, hydrocarbon-consuming microorganisms (including methane- and butane-oxidizing bacteria) as indicators of microbial prospecting in desert areas are characterized by low measured values and slight fluctuation. However, hydrocarbon-consuming microorganisms can better reflect the near-surface information induced by the vertical microseepage of deep-buried oil and gas since they are less disturbed by other microbial communities due to the special ecological conditions in desert areas. According to the application results, the high-amplitude anomalies of both methane- and butane-oxidizing bacteria are primarily distributed in the vicinity of fault zone No.5, and favorable anomalies also occur in the vicinity of fault zone No.1 in the Shunbei oil and gas field. Furthermore, the strike of these anomalies roughly coincides with that of fault zones, indicating that the microbial anomaly zones correlate strongly with fault-karst reservoirs. Therefore, the microbial prospecting for hydrocarbons has great application prospects in the exploration of the fault-karst reservoirs.

Key words: Shunbei area; fault-karst reservoir; microbial prospecting; near-surface response; application prospect

(本文编辑: 叶佩)