

玛湖南斜坡区白碱滩组、上克拉玛依组气测录井解释新方法的研究

贺震¹, 彭立才^{1,2}, 张平松¹, 华晓琴³, 刘平³

¹安徽理工大学, 地球与环境学院, 安徽 淮南

²清华大学, 北京

³中国石油新疆油田分公司采油二厂, 新疆 克拉玛依

收稿日期: 2021年8月5日; 录用日期: 2021年9月7日; 发布日期: 2021年9月14日

摘要

利用玛湖南斜坡区白碱滩组、上克拉玛依组气测录井资料对研究区储层价值性展开研究分析。结果表明, 传统的气测解释评价法如双对数比值法、轻烃比值法、气体正规化法等不适用于研究区储层的评价。通过原始数据深入挖掘, 发现气测含油性指数与烃相系数对储层价值性的判别具有明显作用, 以此建立了气测录井图版和解释标准。经验证, 新图版解释评价效果较好, 具有一定的应用价值。

关键词

玛湖南斜坡区, 气测录井, 敏感参数, 含油性指数, 烃相系数

Study on New Method for Gas Logging Interpretation of Baijiantan and Upper Karamay Formation in the Southern Slope of Mahu

Zhen He¹, Licai Peng^{1,2}, Pingsong Zhang¹, Xiaqin Hua³, Ping Liu³

¹School of Earth and Environment, Anhui University of Science & Technology, Huainan Anhui

²Tsinghua University, Beijing

³No. 2 Oil Production Plant, Xinjiang Oilfield Company, Petro China, Karamay Xinjiang

Received: Aug. 5th, 2021; accepted: Sep. 7th, 2021; published: Sep. 14th, 2021

文章引用: 贺震, 彭立才, 张平松, 华晓琴, 刘平. 玛湖南斜坡区白碱滩组、上克拉玛依组气测录井解释新方法的研究[J]. 矿山工程, 2021, 9(4): 299-305. DOI: 10.12677/me.2021.94044

Abstract

The gas logging data of Baijiantan Formation and Upper Karamay Formation in the southern slope of Mahu are used to study and analyze the reservoir value in the study area. The results show that the traditional gas interpretation and evaluation methods, such as dual logarithm ratio method, light hydrocarbon ratio method and gas normalization method, are not suitable for the reservoir evaluation in the study area. Through deep mining of original data, it is found that the gas logging oil index and hydrocarbon phase coefficient have significant effect on the identification of the reservoir as the value layer; thus the gas logging chart and interpretation standards are established. It has been proved that the new chart interpretation and evaluation effect is good and has certain application value.

Keywords

The Southern Slope of Mahu, Gas Logging, Sensitive Parameters, Oil Index, Hydrocarbon Phase Coefficient

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

对油田老井储层评价,为下一步的开发部署提供建设性建议是十分有必要的,其中气测录井资料是评价储集层流体性质的一项重要资料[1]。由于目前传统的气测解释图版、参数标准等在玛湖南斜坡区白碱滩组、上克拉玛依组储层的价值性评价不准确[2],导致图版解释符合率低,适应性差。因此,需要探索新的解释评价方法。

通过深入挖掘研究区气测敏感参数,将多参数融合构建综合性参数,建立新的气测录井图版[3][4]。新图版经验证应用,解释结果与原解释结论相符合,表明具有一定的应用价值。

2. 传统气测评价方法

气测录井解释是通过综合应用气测全烃、组分、钻时分析值(比值、比值组合)并结合其它录井资料来判断储集层流体性质、预测产能高低的,烃组分主要包括 C_1 、 C_2 、 C_3 、 iC_4 、 nC_4 、 iC_5 、 nC_5 七种。气测录井中全烃参数的变化可以及时发现储层,全烃曲线的变化也可反映地层中流体的变化[5]。

气测录井解释适应性广泛的经典传统的评价方法主要为三角形图版法、皮克斯勒法和轻烃比值法。由于三角形图版自身有缺陷(烃组分数据只使用 $C_1\sim C_4$,随着现在烃组分分析技术的提高,随钻及室内分析可得到 C_5 组分,在图版上体现不出来);通过研究区物性分析,储层特性为低孔特低渗,皮克斯勒图版不适用于低渗透层(致密层)。因此,对研究区储层研究不采用三角形图版法和皮克斯勒法。

经前人研究表明,玛湖凹陷区目前所采用传统的气测录井图版主要是用双对数比值法、轻烃比值法、气体正规化法等建立的图版[6]。据统计,研究区内有气测数据的井共 29 口,三叠系白碱滩组、上克拉玛依组有试油结果井 13 口。利用传统的气测评价方法提取 13 口井的气测数据进行分析研究,建立相应的图版(图 1)。

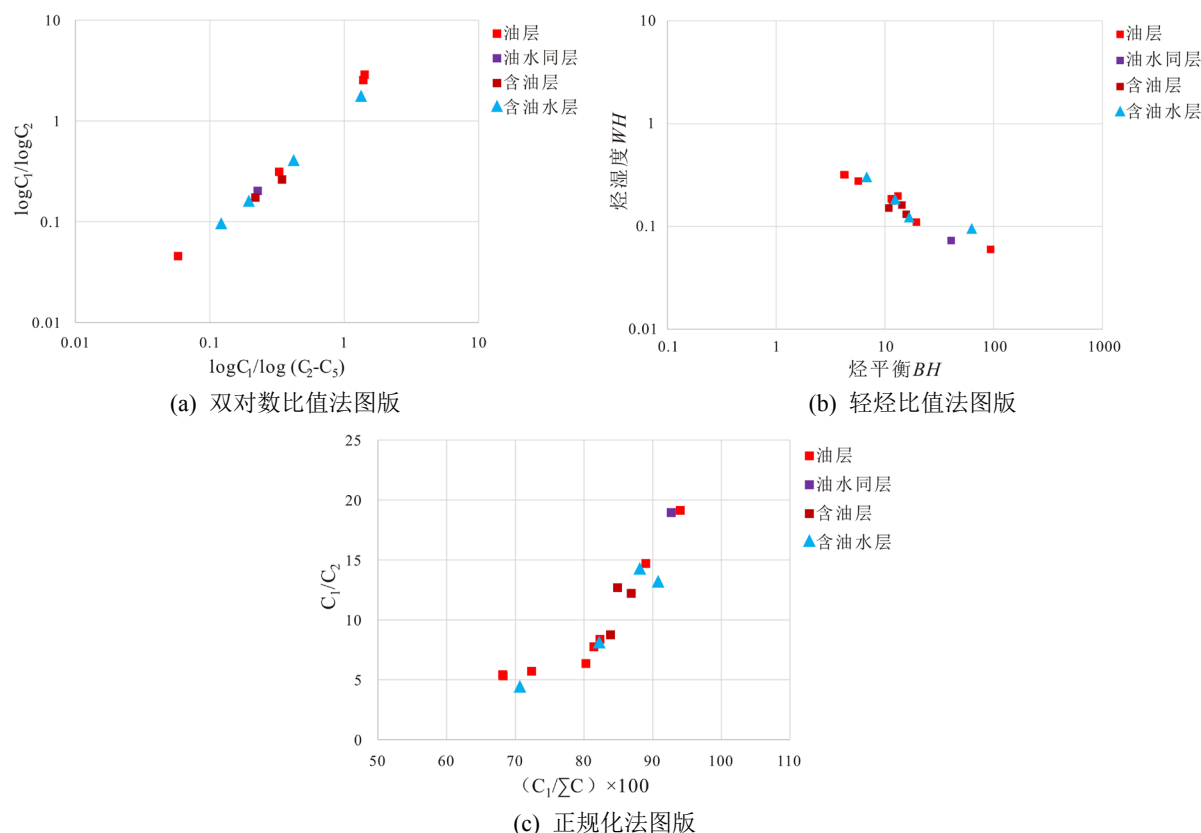


Figure 1. Interpretation chart of conventional gas surveys for the Triassic Baijiantan Formation and Upper Karamay Formation in the southern slope of Mahu Lake

图 1. 玛湖南斜坡区三叠系白碱滩组、上克拉玛依组常规气测解释图版

分析图 1 资料, 可以发现 3 个传统的气测录井解释图版, 不同性质流体分布规律性较差, 不能有效的区分价值层与非价值层, 不能满足研究区解释评价需要。

3. 气测录井图版建立

由于不同地区不同流体性质储层有差异, 研究者均会通过原始数据对不同流体性质储层气测录井响应特征进行分析, 进而得到不同的派生参数去评价储层[7]。本次利用研究区现有气测录井数据进行敏感参数挖掘, 提取表征含油性的气测录井参数, 将多参数融合构建综合性参数-气测含油性指数, 建立气测录井图版。

3.1. 气测含油性指数构建

对于难以评价的储层, 本次参考前人研究成果[8] [9] [10], 从各类气测参数分析入手, 挖掘多个表征油气显示敏感参数, 将多参数融合构建符合该区储层流体判别的综合性参数, 相关参数含义如下:

1) 烃相系数(U_b): 是指低钻时段所对应的气测异常显示厚度与气测异常显示段对应的低钻时厚度的比值[8], 比值大小主要取决于全烃曲线形态的变化。

2) 烃组分分布形态系数(b, k): 杨卫东等研究表明不同流体性质气测组分递减趋势不同[9]。系数 b 和 k 分别代表的是油气丰度系数和烃组分递减率, 是异常段气测组分 C_1 、 C_2 、 C_3 、 iC_4 、 nC_4 、 iC_5 、 nC_5 各数值分别与 1、2、3、4、5、6、7 对应并指数拟合(形式为 $y = be^{-kx}$)得到的, 以玛湖 4 白碱滩组试油层为例(见图 2)。

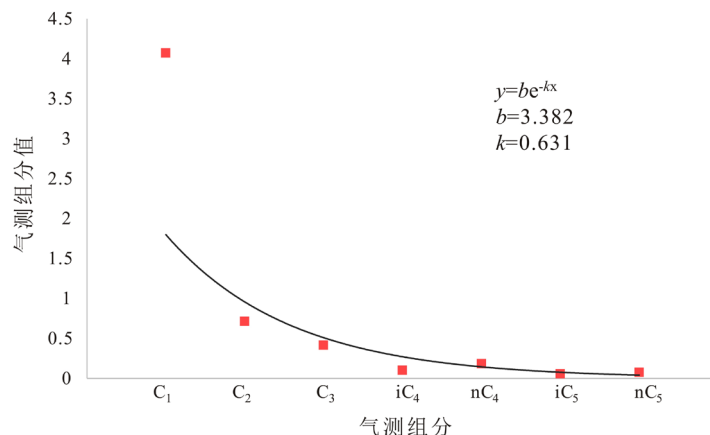


Figure 2. Fitting curve of hydrocarbon composition of oil layer of Baijiantan Formation in Mahu 4
图 2. 玛湖 4 白碱滩组油层烃组分拟合曲线

3) 烃组分系数(T_z): 是指气测组分出峰个数 n 与总气测组分个数 7 的比值(当气测组分出至 nC_4 时, 则 $T_z = 5/7 = 0.714$), 可在一定程度上反映研究区储层的产油气能力。

4) 气测全烃峰基比(F): 峰基比也可称为异常系数, 是指异常气测段全烃最高峰值与背景值(也称基值, 指气测异常上方原始曲线最低值)的比值, 反映的是储层间含烃量的变化, 是识别流体性质的重要参数。

5) 钻时比(R): 在钻井参数不变的情况下, 钻速的大小取决于地下岩石的可钻性, 因此钻时是一个反映地下岩石可钻性的参数。为了精确反映储层的可钻性, 一般用盖层钻时(选取储层上方 5 m 至 20 m 的盖层钻时, 求取平均值)与储层钻时(取储层最小有效值, 剔除有接单根、起下钻影响的钻时数据)的比值来表示钻时比。

本着油气显示信号放大的原则, 将上述多参数进行融合构建了气测含油性指数, 与张浩的研究不同, 该公式融入了烃组分系数(T_z)和气测显示厚度(H_q)。该公式的改进在图版方面的解释能更好的评价储层, 提高了研究区评价精度。

$$Q_s = [H_q U_h T_z Ln(1+b)FR] / k / 100 \quad (1)$$

式中: Q_s 为气测含油性指数; H_q 为气测异常显示厚度, m; U_h 为气测烃相系数; T_z 为烃组分系数; b 为油气丰度系数; k 为气测烃组分的递减率, %; F 为峰基比; R 为钻时比值。

3.2. 建立气测录井图版

依据上述构建的公式计算出玛湖南斜坡区三叠系白碱滩组、上克拉玛依组各射孔段的含油性敏感参数和气测含油性指数 Q_s (表 1)。

Table 1. Multi-parameter gas survey map data table of the Triassic Baijiantan Formation and Upper Karamay Formation in the southern slope of Mahu Lake

表 1. 玛湖南斜坡区三叠系白碱滩组、上克拉玛依组多参数气测图版数据表

井名	层位	气测显示厚度(m)	烃相系数	烃组分系数	油气丰度系数	烃组分递减率(%)	峰基比	钻时比	含油性指数	试油结论
K-1	T ₃ b ₂	12.00	1.00	1.00	0.44	0.86	2.73	0.96	0.13	含油水层
MH-1	T ₃ b ₂	39.00	1.10	0.43	0.95	1.85	2.46	1.06	0.17	含油水层
MH-2	T ₃ b ₂	12.00	1.09	1.00	0.92	0.95	5.40	1.09	0.53	含油水层

Continued

MH-3	T ₃ b ₂	5.00	0.63	1.00	32.90	0.67	136.02	0.88	19.59	含油水层
MH-4	T ₂ k ₂	8.00	1.33	1.00	0.63	1.09	3.54	2.27	0.38	含油层
MH-5	T ₃ b ₂	4.00	1.00	1.00	0.40	0.82	4.08	1.35	0.09	含油层
MH-6	T ₂ k ₂	3.00	0.75	1.00	7.11	0.87	9.86	1.28	0.69	含油层
MH-7	T ₃ b ₃	9.00	0.90	1.00	32.98	1.70	3.31	1.08	2.78	油水同层
MH-8	T ₃ b ₂	28.00	1.00	0.71	1.22	2.05	26.62	0.73	1.51	油层
MH-4	T ₃ b ₂	5.50	1.10	1.00	1.07	1.13	14.27	1.73	0.96	油层
MH-9	T ₃ b ₂	23.00	1.28	1.00	3.38	0.63	12.63	1.18	10.28	油层
MH-10	T ₃ b ₂	11.00	1.22	1.00	12.72	0.57	54.01	0.90	30.20	油层
MH-5	T ₂ k ₂	21.00	1.50	1.00	4.51	0.82	46.04	1.07	32.17	油层
MH-11	T ₃ b ₂	47.00	1.38	1.00	10.39	0.54	137.87	1.07	427.75	油层
MH-12	T ₃ b ₂	13.00	1.00	1.00	30.86	1.36	5.56	1.36	2.49	油层
MH-13	T ₃ b ₂	11.00	1.38	1.00	4.01	1.07	9.02	1.84	3.80	油层

通过对表中数据研究分析,发现烃相系数与气测含油性指数交会对储层评价具有明显作用[10],因此,使用表中前 12 口井的 U_h 、 Q_s 数据分别作为横、纵坐标建立玛湖南斜坡区三叠系白碱滩组、上克拉玛依组多参数气测解释图版(图 3),并得出研究区价值层(包括油层和油水同层)与非价值层的评价标准(表 2)。

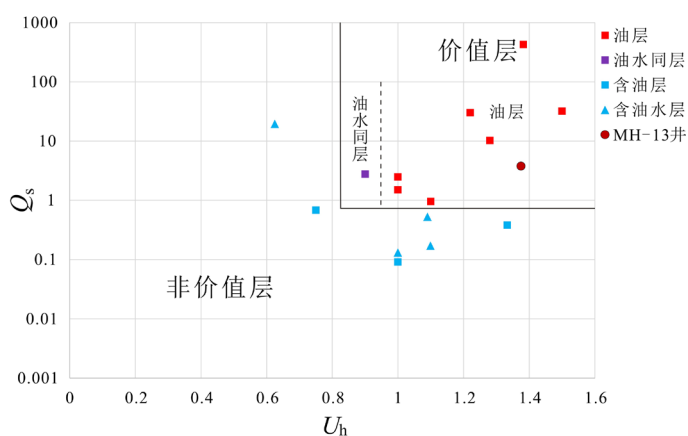


Figure 3. Multi-parameter gas survey map of the Triassic Baijiantan Formation and Upper Karamay Formation in the southern slope of Mahu Lake

图 3. 湖南斜坡区三叠系白碱滩组、上克拉玛依组多参数气测图版

Table 2. Interpretation standards of gas sensitive parameters

表 2. 气测敏感参数解释标准

解释结果		U_h	Q_s
价值层	油层	>0.95	>0.745
	油水同层	0.825~0.95	
非价值层		<0.825	≤0.745

注: 对于非价值层, 烃相系数和气测含油性指数只要有一项符合即可。

4. 气测录井图版检验及应用

4.1. 气测录井图版检验

应用新建立气测录井图版对建立图版的 12 口井数据进行解释, 解释结果能有效区分价值层(油层、油水同层)与非价值层(表 3), 与原试油结论基本吻合, 图版回判解释符合率 100%。

Table 3. Interpretation results table of return judgment

表 3. 回判解释结果表

井名	层位	烃相系数	含油性指数	图版解释结果
K-1	T ₃ b ₂	1.00	0.13	非价值层
MH-1	T ₃ b ₂	1.10	0.17	非价值层
MH-2	T ₃ b ₂	1.09	0.53	非价值层
MH-3	T ₃ b ₂	0.63	19.59	非价值层
MH-4	T ₂ k ₂	1.33	0.38	非价值层
MH-5	T ₃ b ₂	1.00	0.09	非价值层
MH-6	T ₂ k ₂	0.75	0.69	非价值层
MH-7	T ₃ b ₃	0.90	2.78	油水同层
MH-8	T ₃ b ₂	1.00	1.51	油层
MH-4	T ₃ b ₂	1.10	0.96	油层
MH-9	T ₃ b ₂	1.28	10.28	油层
MH-10	T ₃ b ₂	1.22	30.20	油层
MH-5	T ₂ k ₂	1.50	32.17	油层
MH-11	T ₃ b ₂	1.38	427.75	油层
MH-12	T ₃ b ₂	1.00	2.49	油层

4.2. 气测录井图版应用

将多参数气测图版应用于 MH-13 井。地层为白碱滩组 T₃b, 射孔井段为 2453.00~2465.00 m, 厚度 12.00 m, 岩性为灰色荧光粉砂岩; 气测显示活跃, 全烃从 1.235%上升到 5.270%, 组分出至 nC₅; 钻时出现 8.848 min/m 到 4.0 min/m 再到 12.760 min/m 的转变, 低钻时平均值为 6.09 min/m; 计算气测含油性指数(表 1), 应用上述图版进行解释, 落点在价值层(图 3), 解释结论与试油结果油层相符, 说明该图版具有一定的应用价值。

5. 结论

1) 玛湖凹陷区目前所采用双对数比值法、轻烃比值法、气体正规化法等建立的相应传统气测录井解释图版同样不适用于研究区低孔特低渗储层的评价。

2) 通过烃组分系数和射孔数据可以看出, 气测组分出至 C₄ 以下, 储层评价定为非价值层。反之, 则有可能为价值层。

3) 建立的多参数气测图版及给出的价值层与非价值层的评价标准经实践检验, 均能够满足研究区解释评价的需要。

4) 研究区利用气测录井多参数融合后的综合性指标解释评价复杂储层是一种新的尝试, 因井的数量、储层的性质及储层中流体的差异, 研究区解释图版和解释标准还需进一步的研究和完善。

参考文献

- [1] 庄建建, 杨彩虹, 颜方方. 西湖凹陷气测录井烃气指数图版的应用[J]. 海洋石油, 2013, 33(2): 94-96.
- [2] 赵南, 李建成, 龚吉轩, 等. 玛东斜坡区下乌尔禾组气测解释新方法研究[J]. 录井工程, 2018, 29(2): 56-60+110.
- [3] 隋泽栋, 陈向辉, 周杰, 等. 玛湖油田气测和岩石热解录井敏感参数研究及应用[J]. 录井工程, 2017, 28(1): 12-16+91.
- [4] 赵彦清, 薛晓军, 范江华, 等. 准噶尔盆地金龙地区火成岩储集层录井多因素解释评价方法[J]. 录井工程, 2016, 27(1): 45-49+91.
- [5] 余明军, 郑俊杰, 李胜利. 气测录井全烃曲线异常的判断及应用[J]. 录井工程, 2010, 21(1): 48-50+78.
- [6] 张国喜, 徐茂林, 卫扬安, 等. 气测解释方法在准噶尔盆地的应用[J]. 新疆石油地质, 1996(2): 145-149+203-204.
- [7] Xia, Z.J., Zhang, H.J., Gao, H.Y., et al. (2017) Application of Mud Gas Logging Data in LWD Interpretation in Western Area of South China Sea. *Journal of Oil and Gas Technology*, **39**, No. 4. <https://doi.org/10.12677/JOGT.2017.394034>
- [8] 张浩, 甘仁忠, 王国斌, 等. 准噶尔盆地玛湖凹陷百口泉组多因素流体识别技术及应用[J]. 中国石油勘探, 2015, 20(1): 55-62.
- [9] 杨卫东, 江波, 胡道雄, 等. 利用气测曲线形态解释油气层方法研究[C]//中国石油化工集团公司, 中国石油天然气集团公司, 中国海洋石油总公司. 中国石油化工集团公司, 中国石油天然气集团公司, 中国海洋石油总公司, 2013.
- [10] 杜鹏. 鄂尔多斯盆地延安组录井解释评价方法研究[J]. 录井工程, 2019, 30(2): 68-73+135.