

The Characteristics of Gas Logging for High Temperature and High Pressure Gas Wells in Yingqiong Basin

Ting Liu

China France Bohai Geoservices Co. Ltd., Zhanjiang Guangdong
Email: liuting@cfbgc.com

Received: Dec. 20th, 2017; accepted: Mar. 20th, 2018; published: Jun. 15th, 2018

Abstract

Yingqiong Basin was a basin with wide distribution of high temperature and high pressure, where oil and gas relation was complex, it induced certain difficulty and risk for well drillings. In allusion to the present situation, by analyzing the influential factors from gas logging, 4 types of evident gas logging characteristics in Yingqiong Basin were summarized, which included the total hydrocarbon characteristics of oil and gas reservoir, the characteristics of Pickser-Triangle Chart, the characteristics of single pipe gas and the characteristics of after-effect gas. Practice indicates that the above characteristics can be used for an accurate evaluation of HTHP gas wells and provide an effective basis for accurately judging downhole conditions in drilling operations.

Keywords

High Temperature High Pressure, Gas Logging, Gas Characteristics, Drilling Operation, Yingqiong Basin

莺琼盆地高温高压井气测录井特征研究

刘挺

中法渤海地质服务有限公司, 广东 湛江

作者简介: 刘挺(1982-), 男, 助理工程师, 主要从事录井现场工作。

Email: liuting@cfbgc.com

收稿日期: 2017年12月20日; 录用日期: 2018年3月20日; 发布日期: 2018年6月15日

摘要

莺琼盆地是一个高温高压广泛分布的盆地, 油气水关系复杂, 给钻井作业带来一定的困难和风险。针对该现状, 通过气测录井的影响因素分析, 总结出莺歌海盆地的4种明显的气测录井特征, 即油气层全烃特征、皮克斯勒-三角图版特征、单根气特征和后效气特征。实践表明, 利用上述特征可以对该区高温高压井进行准确评价, 为钻井作业中准确判断井下情况提供有效依据。

关键词

高温高压, 气测录井, 气体特征, 钻井作业, 莺琼盆地

Copyright © 2018 by author, Yangtze University and Hans Publishers Inc.

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

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



Open Access

1. 引言

近年来, 中海油加大了对莺琼盆地的钻探力度, 先后在东方、乐东、崖城、陵水等区块进行钻探, 成果显著。然而莺琼盆地是著名的高温高压盆地, 在盆地中央地温梯度高达 $4.2^{\circ}/100\text{ m}$, 地层压力系数最高可达 2.35。在钻探过程中, 高温高压造成井下环境复杂多变, 给钻井作业带来了一些风险和困难。

2. 气测录井的影响因素

在录井作业中, 气测录井资料受多种因素影响, 主要有地层因素、钻井工程因素和地面脱气因素。

1) 地层因素。主要为地层压力系数和储层物性, 地层压力系数高则扩散气、渗透气多, 气测值高, 反之则低。储层物性好则易遭受钻井液超前冲洗, 使气测值降低; 物性差则不易遭受钻井液超前冲洗, 气测值更能反映地层的真实含油气情况。

2) 钻井工程因素。主要包括钻压、转盘转速、钻头尺寸、密度、黏度、排量等。钻压大、转速高则钻速快, 产生的气量大, 气测值高, 反之则低。钻头尺寸大则对岩石破碎面大, 单位时间内破碎的岩石多, 产生的气则多, 气测值高, 反之则低。

3) 地面脱气因素。主要包括脱气器类型、液面的高低、电源电压、频率波动等。

3. 气测录井特征

3.1. 油气层全烃气测特征

莺琼盆地在高温高压的地质环境下，油气产状多以气层、气水同层或水层为主，见少量凝析油和凝析气。

3.1.1. 气层全烃曲线特征

研究区气层的特征明显，其全烃体积分数曲线形态表现为快速上升、幅度较大，呈饱满的“箱状”形态，且异常显示厚度基本与储层厚度相当[1]。烃组分中，主要以 C₁ 为主，重烃齐全，有时呈 C₃ 体积分数高于 C₂ 体积分数的趋势。

在近年来的高温高压井的钻探中发现，当钻遇临近储层的盖层时，全烃体积分数曲线已经出现明显上升。如在 D13X1 井 2976~3000 m 井段，全烃体积分数曲线的异常显示厚度与储层厚度相等，全烃体积分数由 2.3% 上升至最高的 16.8%，且该井段储层气测曲线呈箱状特征；从 2950 m 开始，全烃体积分数曲线已经在上升，从 0.7% 上升到 2.3%；同时，2950~2976 m 井段的自然伽马一直保持在 100API 左右，未发生明显变化，岩屑也未观察到粉砂的存在，而电阻率却从 2.6 Ω·m 升高到 3.4 Ω·m，可见泥岩内流体物性发生了改变(图 1)。

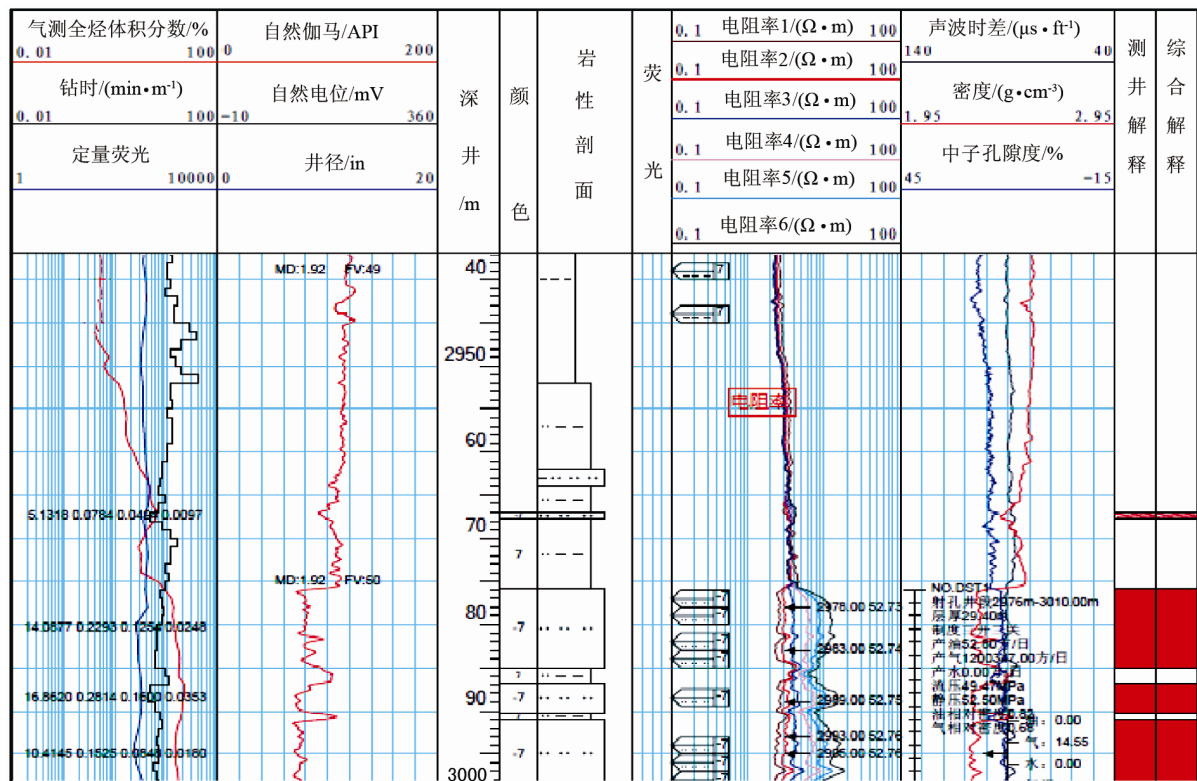


Figure 1. The comprehensive logging diagram of Well D13X1
图 1. D13X1 井综合录井图

3.1.2. 气水同层、含气水层全烃曲线特征

气水同层和含气水层的全烃体积分数曲线多呈现倒三角特征[1]。储层顶部有部分游离气，呈气帽特征，烃组分主要以 C₁ 为主，重烃含量较低。

3.1.3. 水层全烃曲线特征

水层全烃体积分数曲线多呈不规则正三角形状，气测值虽较泥岩段有异常，但异常幅度不大[1]。水中存在不饱和和溶解气，顶部无游离气。全烃体积分数与钻时呈严格的反比关系，钻时越小则全烃体积分数越大，钻时越大则全烃体积分数越小，且重组分较小，或缺少。

3.2. 油气层皮克斯勒-三角图版特征

通过研究区 30 余口高温高压井气体组分数据分析，结合皮克斯勒 - 三角图版，总结出该区高温高压井的特征[2] [3]。

- 1) 该区皮克斯勒 - 三角图版内，三角形全部为正三角形，为非油层特性。
- 2) M 点落在价值区，且在皮克斯勒 - 三角图版中 $C_1/C_2 = 55\sim 75$ 的层，全部证实为有产能气层。
- 3) 皮克斯勒 - 三角图版无法真正反映该区水层特征。
- 4) 该区气层在皮克斯勒 - 三角图版中的比值为： $C_1/C_2 = 55\sim 75$ ， $C_1/C_3 = 100\sim 200$ ， $C_1/C_4 = 200\sim 400$ ， $C_1/C_5 = 500\sim 1000$ 。
- 5) 该区水层在皮克斯勒 - 三角图版中，各烃组分比值连线为正倾斜，斜率较气层小。

3.3. 单根气特征

通过对 30 余口高温高压井的单根气特征进行总结分析，特征如下。

1) 莺歌海组二段、黄流组一段的厚层泥岩段虽处于欠平衡状态，但是由于渗透气在该泥岩段不是主要气源，且短时间内无法通过微小的有效孔隙运移到井眼内，所以在该泥岩段即使泥浆密度比地层压力系数略小，也无明显单根气。

2) 当钻遇储层时，由于物性较好，有效孔隙发育，当井眼处于欠平衡时，单根气非常明显。分析 30 余口高温高压井钻进期间气测全烃体积分数特征(图 2)后认为：地层气、泥浆背景气、钻井背景气、单根气、泥浆密度与地层压力系数的关系为：① 无单根气时，泥浆背景气小于或等于地层气的 1/2 时，泥浆密度 - 地层压力系数 $> 0.05SG$ (SG 为激动压力系数)；② 无单根气时，泥浆背景气大于地层气的 1/2 时，泥浆密度 - 地层压力系数 $\approx 0.03\sim 0.05SG$ ；③ 无单根气时，泥浆背景气与地层气相当时，泥浆密度 - 地层压力系数 $\approx 0.01\sim 0.02SG$ ；④ 出现单根气时，但单根气峰值比砂岩气测峰值小，则泥浆密度和地层压力系数相当，或者泥浆密度略小于地层压力系数；⑤ 出现单根气时，且单根气峰值大于砂岩气测峰值，则泥浆密度小于地层压力系数。

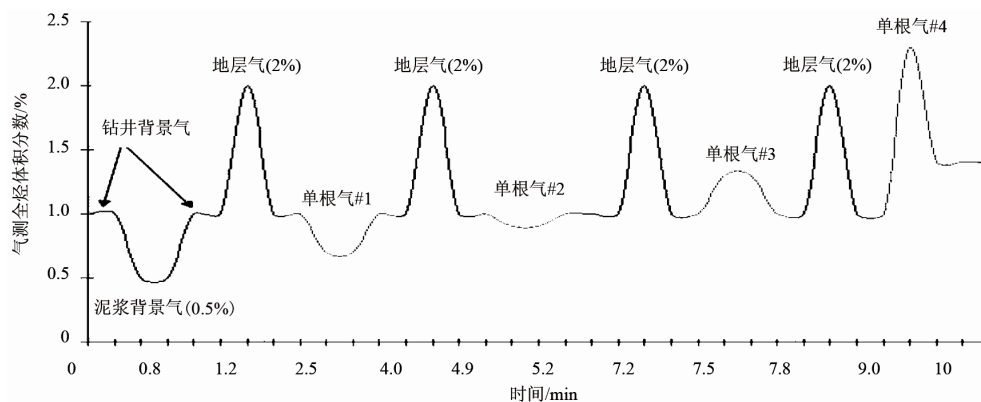


Figure 2. The relationship between formation gas, single pipe gas and gas measured total hydrocarbon volume fraction measured by gas

图 2. 不同压差下地层气、单根气与气测全烃体积分数关系图

3.4. 后效气特征

莺歌海盆地各地层压力系统不一,其产生的后效气特征不同,表现如下:

1) 乐东组和莺歌海组一段、莺歌海组二段上部为常压地层,钻进时气测全烃体积分数较高,一般超过 1%,烃组分以 C_1 为主,占 98%以上,属于干气。该井段后效气主要以渗透气为主,扩散气作用小,而且地层松散,孔隙连通性好,所以后效气会随着静止时间的增加而增大,但增幅不大。

2) 莺歌海组二段下部、莺歌海组三段开始进入压力过渡带,压力随深度的增加逐渐增大,钻进时气测组分逐渐齐全。该段地层产生的后效气在平衡钻进的情况下仍以渗透气为主,但扩散气逐渐增加。

3) 黄流组一、二段为研究区的主要储层,在该段进入高压或超高压地层,产生的后效气在过平衡的情况下以渗滤气为主,压差扩散气为辅,后效气明显,且无气体上窜现象发生,气测全烃体积分数大小随静止时间的增加而增大。LD10-1-1 井钻进至 4057 m 后,短起下钻到底循环,其后效气明显,但无明显上窜,出口泥浆密度无明显变化。钻后 MDT 测压表明,该井 4057 m 的地层压力系数为 2.17,而当时泥浆密度为 2.20 g/cm^3 ,井筒处于过平衡状态。在欠平衡状况下,后效气以压差扩散气为主,渗滤气为辅,后效气异常明显,且一般大于钻井破碎气,气体发生明显的气窜现象,出口泥浆密度降低明显。当气侵达到饱和后,后效气随时间的增加变化不明显。LD10-1-1 井钻进至 4098.14 m 后,短起下钻到底循环,泥浆密度为 2.25 g/cm^3 ,随后关井求压得到地层压力系数为 2.27,泥浆密度小于地层压力系数,井眼处于欠平衡状态,其后效气非常明显,且明显上窜,出口泥浆密度明显下降。

4. 结论与认识

1) 高温高压气层钻探时,会有气体在压差作用下侵入盖层泥岩的细微有效孔隙中(以轻组分为主),使得储层的全烃体积分数曲线特征无法保持完整的箱形特征,而是近似梯形特征,水层和干层则无该特征。

2) 研究区地质条件决定气水同层出现的几率增加,气水同层自上而下的皮克斯勒-三角图版的比值连线斜率逐渐减小,且比值连线为正斜率。

3) 在研究区,单根气可作为钻井过程中反映井眼平衡状态的一个重要参数,后效气可作为衡量井眼在静止状态下是否可控的一个重要参数。

参考文献

- [1] 夏育新. 利用气测曲线形态识别气层的几个实例[J]. 录井技术, 2001, 12(4): 73-76.
- [2] 李庆林, 戴文德, 李玲成. 气测图版解释方法探讨[J]. 青海石油, 2006, 24(3): 30-32.
- [3] 余明发, 边环玲, 庄维, 等. 气测录井皮克斯勒图版介绍方法适用性解析[J]. 录井工程, 2013, 24(1): 14-19.

[编辑] 龚丹

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2471-7185，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：jogt@hanspub.org