

# Application of Correction Methods of Gas-Logging Parameters in Underbalanced Drilling

Yan Wang

No. 2 Geological Logging Company of Daqing Drilling Engineering Company, PetroChina, Songyuan Jilin  
Email: wangyan18@cnpc.com.cn

Received: Apr. 12<sup>th</sup>, 2017; accepted: Jul. 6<sup>th</sup>, 2017; published: Aug. 15<sup>th</sup>, 2017

---

## Abstract

Under the condition of balanced drilling, the parameters of gas logging could be compared to better reveal the oil and gas conditions in the formation. In contrast, in underbalanced drilling, the parameters of gas logging were subjected to direct impact of pressure difference between formation pressure and drilling liquid column pressure. In this study, in view of the influence of underbalanced drilling on gas logging parameters in Yingtai Fault Depression, based on the analysis of the relationship between drilling pressure difference and gas logging parameters under different natural gas productivity conditions, differential pressure regression correction method with fixed index and variable coefficient is proposed for the volume fraction correction of total hydrocarbon and methane in gas logging. The method is proved effective through application in the Yingtai Fault Depression, which can guide the standardization correction of gas logging parameters in underbalanced drilling.

## Keywords

Gas Logging, Parameter Correction, Underbalanced Drilling, Total Hydrocarbon Volume Fraction, Methane Volume Fraction, Formation Pressure, Drilling Fluid Column Pressure, Differential Pressure

---

# 气测录井参数校正方法在非平衡钻井条件下的应用

王 研

中石油大庆钻探工程公司地质录井二公司, 吉林 松原

作者简介: 王研(1970-), 女, 高级工程师, 现从事录井技术研发及油气水层解释评价工作。

Email: wangyan18@cnpc.com.cn

收稿日期: 2017年4月12日; 录用日期: 2017年7月6日; 发布日期: 2017年8月15日

## 摘 要

平衡钻井条件下, 气测录井参数可以进行对比和更有效地反映地层含油气情况, 而非平衡钻井由于地层压力与钻井液液柱压力之间的压差原因, 对气测录井参数造成直接影响。针对英台断陷非平衡钻井对气测录井参数的影响, 通过对不同天然气产能条件下钻井压差与气测录井参数关系的分析, 探讨了气测录井全烃体积分数及甲烷体积分数的校正方法, 提出了指数确定、系数变化的压差回归校正法。该方法经英台断陷实际应用证明效果较好, 对非平衡钻井条件下气测录井参数的标准化校正具有一定的指导意义。

## 关键词

气测录井, 参数校正, 非平衡钻井, 全烃体积分数, 甲烷体积分数, 地层压力, 钻井液液柱压力, 压差

Copyright © 2017 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

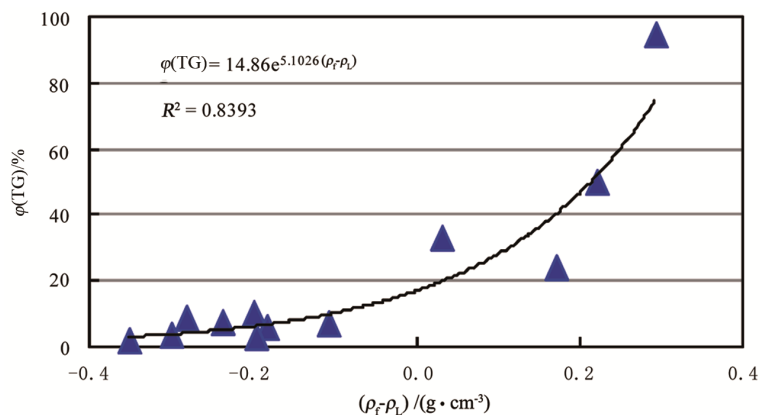
在气田欠平衡钻井[1]时, 由于钻井液液柱压力小于地层流体压力, 地层中的气体就会侵入钻井液中, 导致气测值急剧上升; 过平衡钻井[2]时, 由于钻井液液柱压力大于地层流体压力, 对储层会造成污染, 且直接影响气测录井效果。平衡钻井条件下气测录井参数可以真实反映地层含油气情况。非平衡钻井条件下的气测录井参数与平衡钻井条件下的气测录井参数没有可比性, 造成解释困难。因此, 将非平衡钻井条件下气测录井参数校正到平衡钻井条件下, 有助于真实反映地下含油气情况, 从而提高录井解释[3][4]符合率。笔者以英台断陷[5]为目标区, 开展气测录井参数的压差校正研究。

## 2. 指数不变的压差校正法

### 2.1. 不同产能压差回归关系式对比

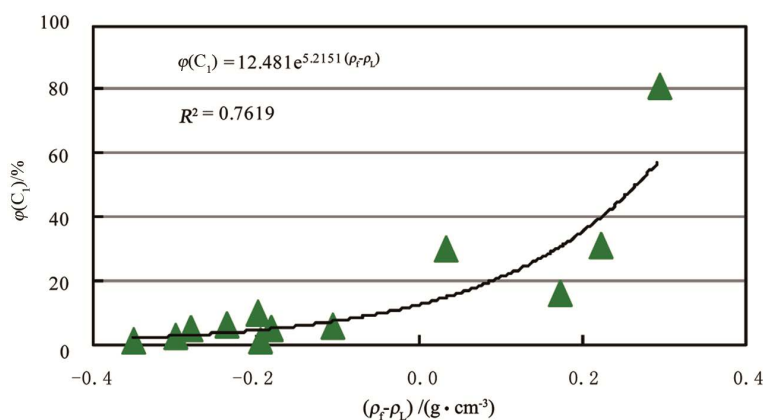
压差校正就是把各井气测资料均校正到一个平衡状态, 根据英台断陷天然气产量的不同, 按天然气产量大于  $1 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$  和小于  $1 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$  两种情况, 利用“地层压力系数与钻井液密度”的关系, 得出“全

烃体积分数  $\varphi(\text{TG})$ ” “甲烷体积分数  $\varphi(\text{C}_1)$ ” 与压差  $(\rho_f - \rho_L)$  的关系(见图 1~4), 进而建立起如图中所示的回归校正公式。



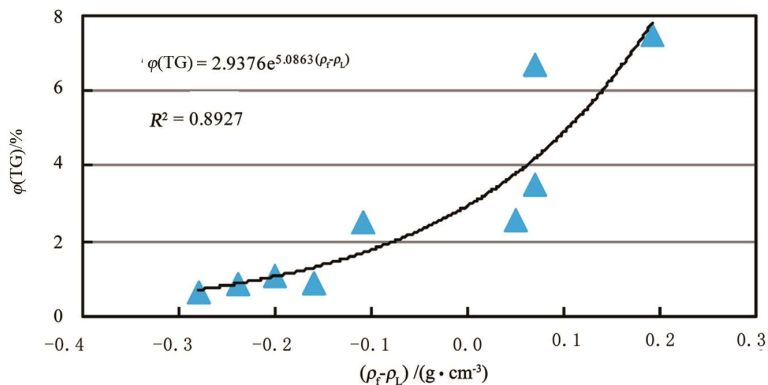
**Figure 1.** The total hydrocarbon volume fraction and differential pressure diagram (natural gas production is more than  $1 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ )

**图 1.** 天然气产量大于  $1 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$  时全烃体积分数  $\varphi(\text{TG})$  与压差  $(\rho_f - \rho_L)$  关系图



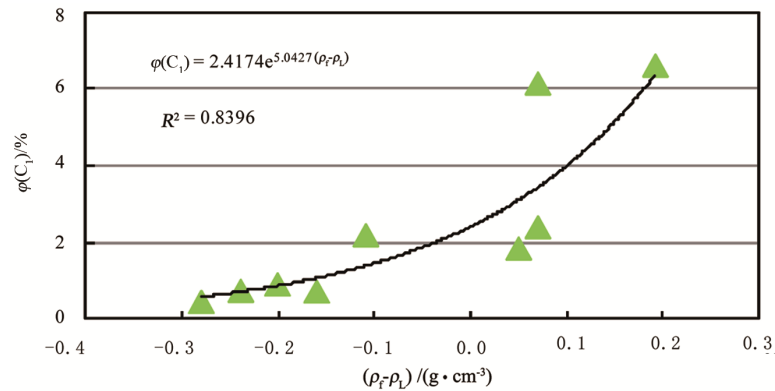
**Figure 2.** The methane volume fraction and differential pressure diagram (natural gas production is more than  $1 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ )

**图 2.** 天然气产量大于  $1 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$  时甲烷体积分数  $\varphi(\text{C}_1)$  与压差  $(\rho_f - \rho_L)$  关系图



**Figure 3.** The total hydrocarbon volume fraction and differential pressure diagram (natural gas production is less than  $1 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ )

**图 3.** 天然气产量小于  $1 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$  时全烃体积分数  $\varphi(\text{TG})$  与压差  $(\rho_f - \rho_L)$  关系图



**Figure 4.** The methane volume fraction and differential pressure diagram (natural gas production is less than  $1 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ )

**图 4.** 天然气产量小于  $1 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$  甲烷体积分数  $\varphi(C_1)$  与压差  $(\rho_f - \rho_L)$  关系图

天然气产量大于  $1 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$  时的回归关系式:

$$\varphi(\text{TG}) = 14.86 \times e^{5.1026(\rho_f - \rho_L)} \quad (1)$$

$$\varphi(C_1) = 12.481 \times e^{5.2151(\rho_f - \rho_L)} \quad (2)$$

天然气产量小于  $1 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$  时的回归关系式:

$$\varphi(\text{TG}) = 2.9376 \times e^{5.0863(\rho_f - \rho_L)} \quad (3)$$

$$\varphi(C_1) = 2.4174 \times e^{5.0427(\rho_f - \rho_L)} \quad (4)$$

式中:  $\varphi(\text{TG})$  为全烃体积分数, %;  $\rho_f$  为地层压力系数(当量密度),  $\text{g}/\text{cm}^3$ ;  $\rho_L$  为钻井液密度,  $\text{g}/\text{cm}^3$ ;  $\varphi(C_1)$  为甲烷体积分数, %。

## 2.2. 指数不变的压差校正公式

### 2.2.1. 全烃体积分数压差校正公式

由于压差回归关系式(式(1)和式(3))的系数 14.86 和 2.9376 受到实际产能影响, 为变量; 指数 5.1026 和 5.0863 与回归曲线形态有关, 为常数, 利用回归公式具有指数变化较小(即曲线形态稳定)的特点, 形成了适合该区地层压力特点的压差校正公式, 即校正到平衡钻井时:

$$\varphi(\text{TG}_0) = \frac{\varphi(\text{TG}_{\text{sc}})}{e^{5.1026(\rho_f - \rho_L)}} \quad (5)$$

式中:  $\varphi(\text{TG}_0)$  为校正到平衡钻井时的全烃体积分数, %;  $\varphi(\text{TG}_{\text{sc}})$  为实测全烃体积分数, %。

### 2.2.2. 甲烷体积分数压差校正公式

同样, 公式(2)和公式(4)的系数 12.481 和 2.4174 受到实际产能影响, 为变量; 指数 5.2151 和 5.0427 与回归曲线形态有关, 为常数, 所以校正到平衡钻井时:

$$\varphi(C_{10}) = \frac{\varphi(C_{1\text{sc}})}{e^{5.2151(\rho_f - \rho_L)}} \quad (6)$$

式中:  $\varphi(C_{10})$  为校正到平衡钻井时的甲烷体积分数, %;  $\varphi(C_{1\text{sc}})$  为实测甲烷体积分数, %。

## 3. 应用效果

在英台断陷的过平衡和欠平衡钻井井段, 推广应用了指数不变的压差校正方法。没有进行压差校正

之前，解释图版[6] [7] [8]中水层与气层混在一起，不易区分。经过压差校正后，图版中水层与气层分异性好。图版精度由原来的 86%和 91%提高到 95%和 100%。见图 5、图 6、图 7、图 8 所示。

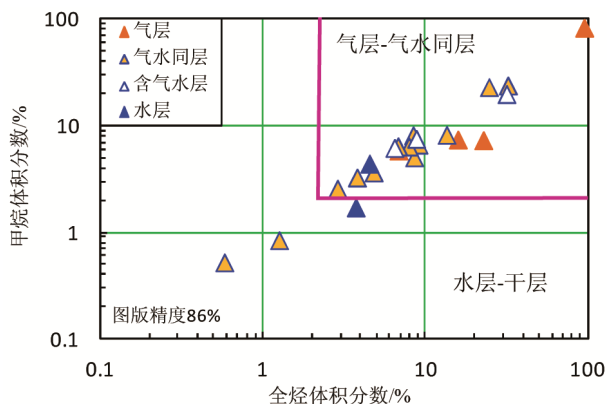


Figure 5. The volume fraction correlation diagram of methane and total hydrocarbon in Yingcheng Formation of Yingtai Fault Depression

图 5. 英台断陷营城组甲烷体积分数与全烃体积分数关系图

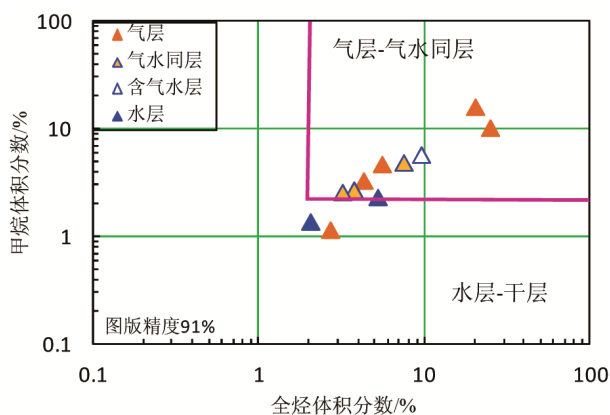


Figure 6. The volume fraction correlation diagram of methane and total hydrocarbon in Dengloulou Formation of Yingtai Fault Depression

图 6. 英台断陷登娄库组甲烷体积分数与全烃体积分数关系图

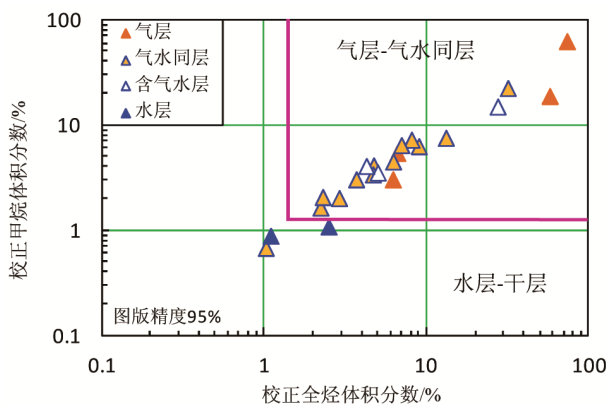


Figure 7. The correction volume fraction correlation diagram of methane and total hydrocarbon in Yingcheng Formation of Yingtai Fault Depression

图 7. 英台断陷营城组校正甲烷体积分数与校正全烃体积分数关系图

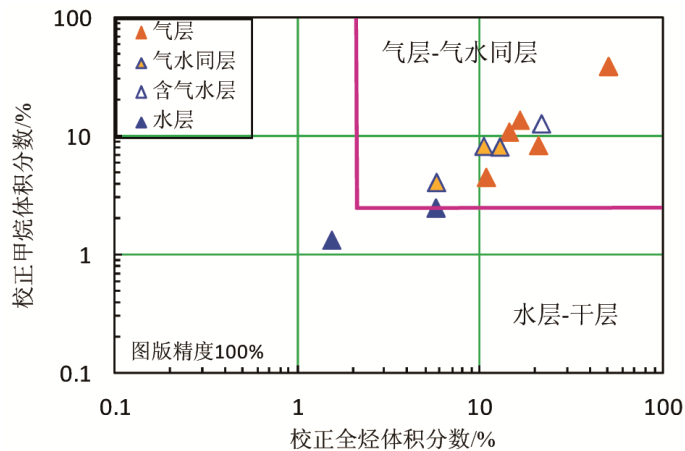


Figure 8. The correction volume fraction correlation diagram of methane and total hydrocarbon in Denglouku Formation of Yingtai Fault Depression

图 8. 英台断陷登娄库组校正甲烷体积分数与校正全烃体积分数关系图

### 3.1. 实例 1

206 井现场录井时, 营城组 4439~4454 m 砂砾岩气测异常明显低, 全烃体积分数 3.8851%, 甲烷体积分数 2.9130%, 但录井没有急于把 206 井解释为含气水层或差气层。经分析, 该井段钻井液密度  $1.22 \text{ g/cm}^3$ , 高于地层压力系数  $1.1 \text{ g/cm}^3$ , 为过平衡钻井, 经压差校正后, 校正全烃体积分数提高到 7.1668%, 校正甲烷体积分数提高到 5.4466%, 录井判断该层为高产气层, 综合解释为气层, 经试气证实, 该层产气  $43680 \text{ m}^3/\text{d}$ , 产水较少 ( $6.1 \text{ t/d}$ ), 与录井解释结果相符。见图 9、图 10。

### 3.2. 实例 2

101 井 2733.6~2850 m, 中下部为欠平衡钻井, 钻井液密度为  $0.92 \text{ g/cm}^3$ , 全烃体积分数为 86.39%, 甲烷体积分数为 75.55%。压差校正后全烃体积分数仍高达 27.0688%, 甲烷体积分数高达 22.7672%, 是气层底限的十几倍, 远高于气层标准, 综合解释为气层, 试油产气  $59260 \text{ m}^3/\text{d}$ , 为高产气流, 与综合解释结论相符。见图 11、图 12。

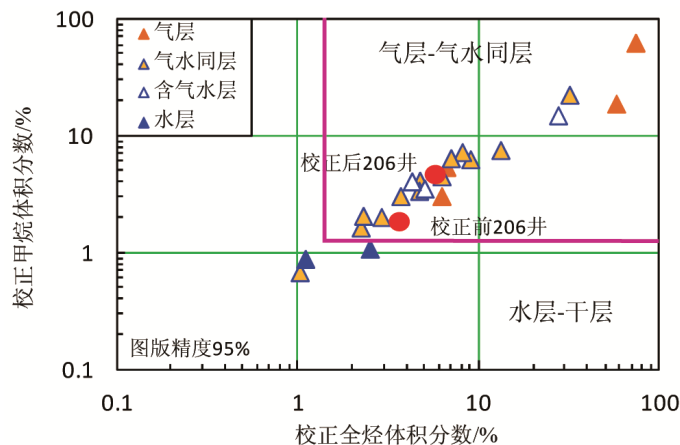


Figure 9. The chart board location of total hydrocarbon volume fraction before and after correction in Well 206

图 9. 206 井全烃体积分数校正前后在图版位置图

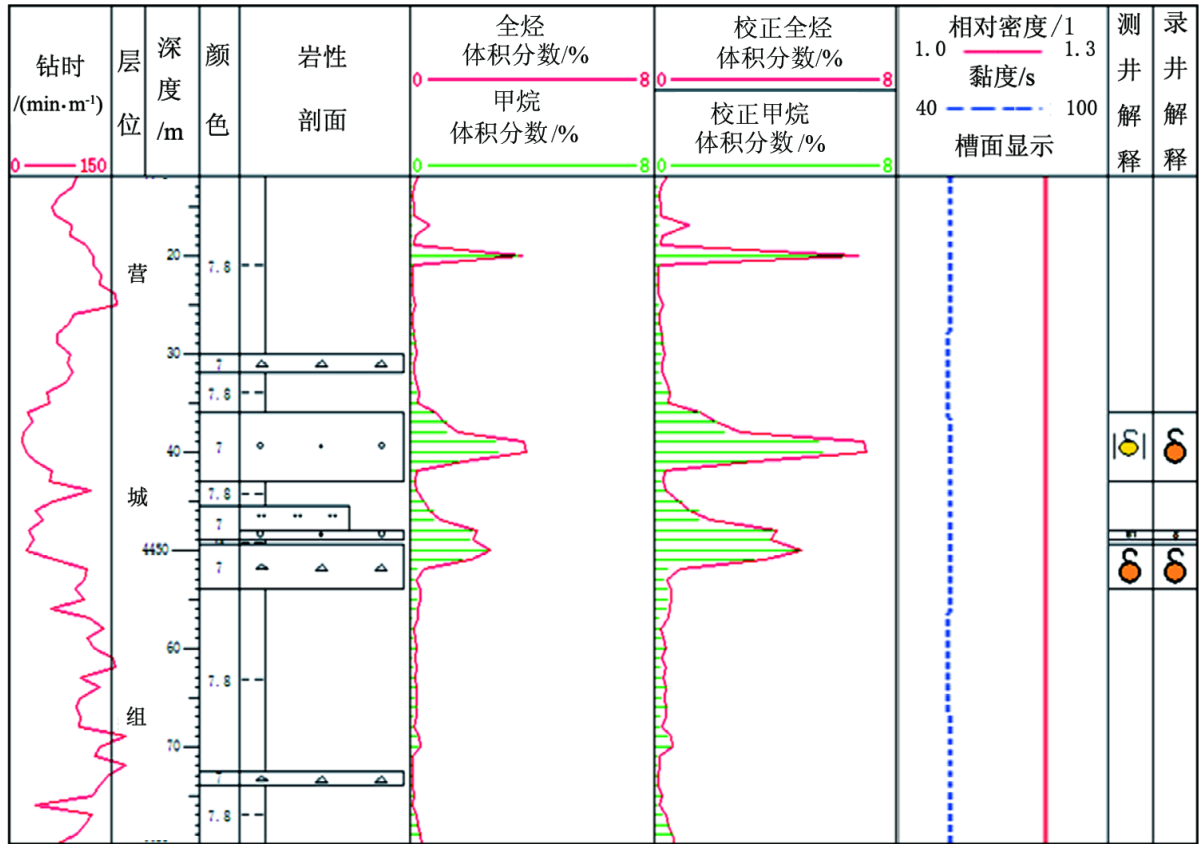


Figure 10. The mud logging diagram of total hydrocarbon volume fraction before and after correction in Well 206  
 图 10. 206 井全烃体积分数校正前后录井图

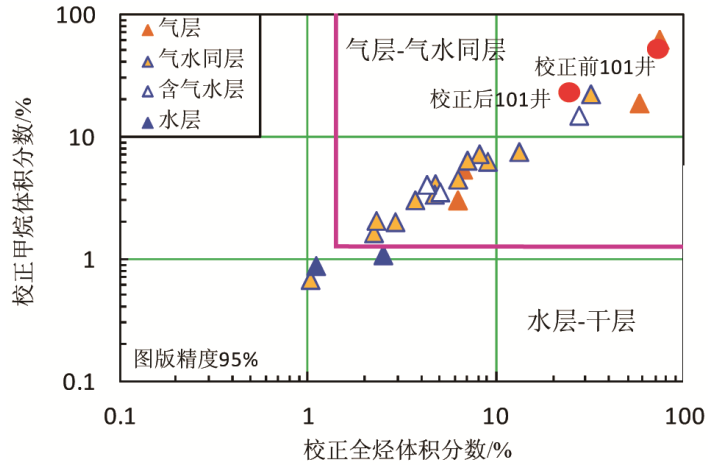


Figure 11. The chart board location of total hydrocarbon volume fraction before and after correction in Well 101  
 图 11. 101 井全烃体积分数校正前后在图版位置图

#### 4. 结论

非平衡钻井条件下有效的气测录井参数压差校正方法，保障了气测资料的纵向对比和邻井之间的解释评价，提高了气测录井解释的精度，为单井解释和区域评价提供了依据，对国内外其他油田解决类似

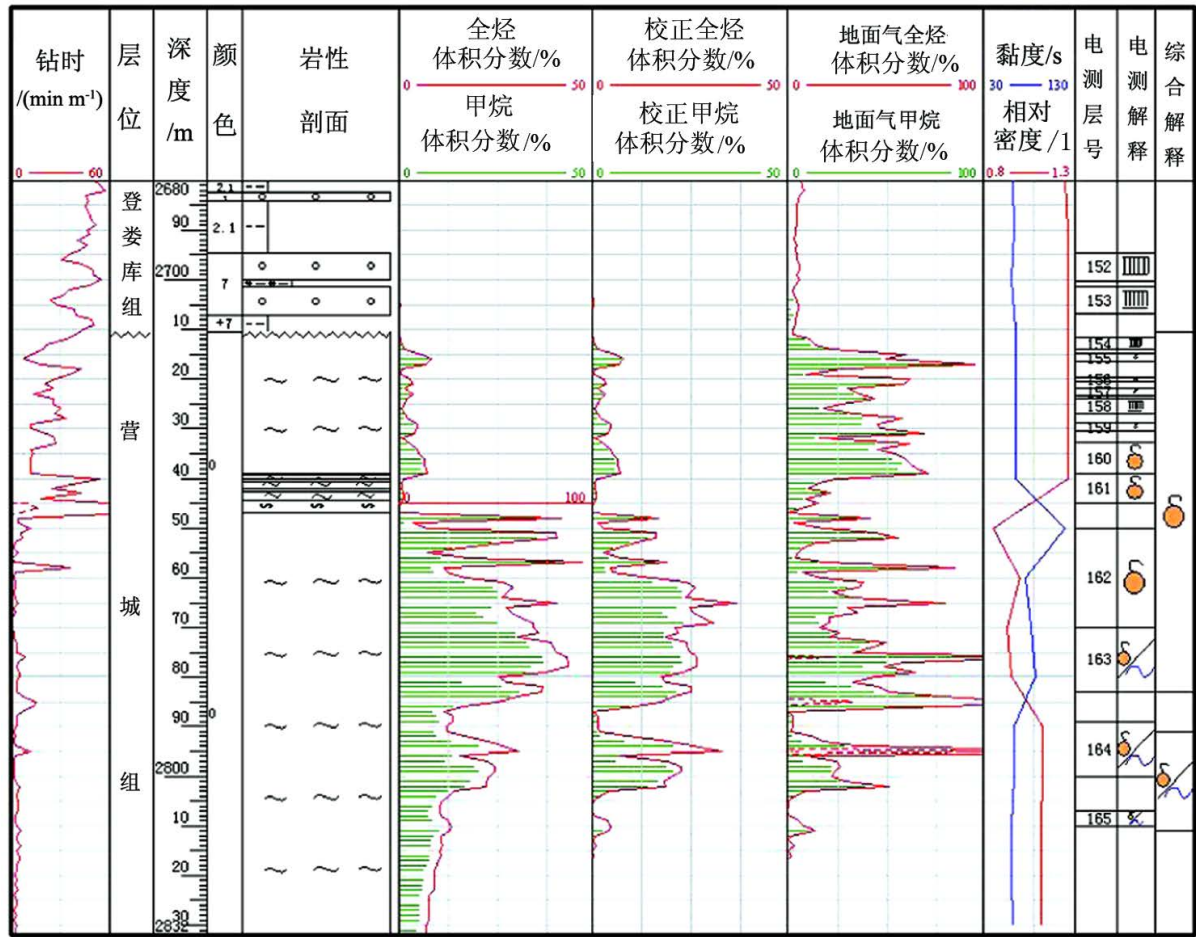


Figure 12. The mud logging diagram of total hydrocarbon volume fraction before and after correction in Well 101  
 图 12. 101 井全烃体积分数校正前后录井图

问题也有很大的借鉴作用，具有推广应用价值。

### 参考文献 (References)

- [1] 刘小红, 卢海丽, 魏新源. 非平衡钻井条件下气测录井参数校正[J]. 录井工程, 2006, 17(1): 9-11.
- [2] 窦辉, 李瑞红, 王研, 等. 过平衡钻井对气测录井的损害及其显示识别方法[J]. 录井技术, 2001, 12(3): 11-15.
- [3] 柳绿, 王研, 李爱梅, 等. 深层气井气测录井资料校正处理及其解释评价[J]. 录井工程, 2008, 19(3): 37-40.
- [4] 郑新卫, 刘喆, 卿华, 等. 气测录井影响因素及校正[J]. 录井工程, 2012, 23(3): 37-40.
- [5] 胡晓波. 英台断陷天然气储集层含水性气测识别方法[J]. 录井工程, 2016, 27(2): 57-61.
- [6] 周丽华, 熊正祥, 王国瓦, 等. 里木油田大北地区白垩系气测标准图板的建立与应用[J]. 录井工程, 2015, 26(1): 46-48.
- [7] 凌立苏, 黄卫东, 毛新军, 等. 准噶尔盆地气测录井解释评价方法[J]. 天然气工业, 2012, 32(4): 24-28.
- [8] 王研, 周丽丽, 汪英男. 王府断陷区气水层气测录井解释评价方法[J]. 录井工程, 2016, 27(1): 58-62.

[编辑] 黄鹂



**期刊投稿者将享受如下服务：**

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

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

期刊邮箱：[jogt@hanspub.org](mailto:jogt@hanspub.org)