

气测录井技术的进展及气测资料新用途的探讨*

任光军

(中国地质大学资源学院石油系,湖北 武汉 430074)

摘要:过去,由于气测录井技术的限制,气测数据被认为是不可靠的,其应用的范围也因此受到了制约。现在,随着气测获取及分析技术所取得的进步,可以得到更为准确的气测数据。为了能充分利用气测资料,通过分析气测数据不同比值的深度曲线图,利用曲线的形态及趋势可以划分岩性界面、划分油气水界面、判断地层流体的渐变、推测盖层的封堵效率、预测石油是否遭受了生物降解以及对不同层位的油源进行初步分析。

关键词:气测录井;脱气器;色谱分析仪;质量控制;气测解释

中图分类号:TE142

文献标识码:A

0 引言

自 20 世纪 30 年代美国 Baroid 公司首次研制出用于气体检测与分析的简易气测录井仪开始,气测录井在油气勘探与开发过程中一直起着一种不可替代的作用。气测录井的目的无非有两个,一个是向钻井人员提供安全保障,另一个就是提供地层的显示情况。但是到目前为止,气测数据还主要是用于对地层的油气显示来进行定性解释,并没有被充分利用起来,这是因为大家普遍认为其并不能如实地反映地层中流体的变化情况,此外气测数据还受泵排量、机械钻速、钻头直径、钻井液性能以及脱气器位置等外在因素的影响。

近几年,随着气测录井技术的发展,可以得到更为准确的气测数据,因此也就可以实时地对油气藏进行进一步的解释,比如说岩性变化、油气水界面、盖层的封堵效率、原油的生物降解等。这样,一方面充分利用了气测资料的潜在价值,另一方面对施工措施,比如说电测、试油等提供了一定的帮助和参考。

1 录井技术的进展

气测录井系统由 3 部分组成:脱气器;管线、泵、过滤器;气体分析系统。其中第一、三部分尤为重要,因此,近几年取得的一些进展也多是有关这

两方面的。

脱气器是把钻井液中所含气体分离出来的一种装置。目前,使用的基本上都是电动脱气器和气动脱气器。这种脱气器的脱气效率不高,而且还受钻井液排量、液面高低以及风速等外在因素的影响。针对上述问题,美国德士古公司研制出了一种定量脱气器(QGM),这种脱气器较好地解决了上述问题。此外,法国 Geoservices 公司还研制出了一种连续定量钻井液脱气器 GZG。这种脱气器在常规脱气器的基础上增加了恒流泵装置,可以对定量钻井液进行脱气,使得出的气测数据有比较好的可比性^[1]。

天津兴国科技总公司与大港油田合作,研制出了一种新型脱气器,称之为 AVMS 脱气器(自动真空蒸馏脱气器)。它采用了长引流装置把钻井液从接近井口的位置引入录井房,再回流到钻井液槽振动筛的位置,AVMS 安装在录井房内,按 4 min 的周期自动从钻井液引流管路中截取定量钻井液样品进行全脱,脱出的样品自动送到色谱分析仪中进行分析。

目前,大多数录井公司使用的常规色谱分析仪的分析周期为 2~4 min。随着钻井新技术的应用,钻井速度不断加快,常规色谱仪已经不能够满足需要了。随着快速色谱仪的引进,如法国地质服务公司的 Gas logger 色谱仪分析周期 $C_1 \sim C_5$ 为 1 min,

*收稿日期:2003-04-19;修订日期:2003-06-10;编辑:张天祯

作者简介:任光军(1974-),男,山东滨州人,助理工程师,从事地质录井工作。

而加拿大 Data log 公司的快谱色谱仪仅需 30 s 就可以完成 C_1 (甲烷) — C_5 (戊烷) 的检测^[2], 这样在高速钻进时就大大提高了地层的分辨率, 适应了快速钻井的需要, 而且还克服了常规色谱气测录井全烃测量方法无法正确指示混合气体总烃体积分数的缺陷, 因为采用各组分之和作为全烃值成为了可能。此外, 快速色谱还大大提高了 C_1 和 C_2 (乙烷) 之间的分辨率, 解决了常规色谱在检测烃气体积分数较高时, 特别是在 C_1/C_2 的比值较大时, C_1 峰淹没 C_2 峰的现象^[3]。

2 气测数据质量控制

在用任何解释方法得出一个可信的结论之前, 它必须有一个先决条件, 那就是它所采用的数据必须是如实地反映了地层流体的性质。在室内研究时, 研究人员很难准确判断导致气测数据变化的原因是由于地层因素还是外在因素所引起的。所以这就为现场气测录井提出了一个要求, 那就是要尽量消除这些外在因素的影响。这一方面需要录井人员加强责任心, 另一方面也要求地质监督加强监督力度。

此外, 还可以用其他方法来检查气测数据是否准确, 比如说 TG (正戊烷) / C (甲烷与戊烷之和) ($C = C_1 + C_2 + C_3$ (丙烷) + C_4 (丁烷) + C_5) 的深度曲线图。如果说气测中只有 C_1 存在的话, 那么 TG/C 就应该等于 1; 如果气测中含有重组分的话, 那么 TG/C 就应该大于 1。当有重烃出现时, TG/C_{cor} 的深度曲线图 [C_{cor} (校正过的 C) = $C_1 + 2 \times C_2 + 3 \times C_3 + 4 \times (i + nC_4)$ (正丁烷) + $5 \times (i + nC_5)$ (正戊烷)] 将是一个更好的选择。如果比值在 $1 \pm 20\%$ 之间, 说明这些数值是可以信赖的; 如果比值明显小于 1, 就说明这些数据是不可信赖的; 如果说比值明显大于 1, 这就可能与油气显示有关。

3 解释方法

常用的解释方法有皮克斯勒图版法、三角图版法等。这些方法虽然有它们的优点, 但是都存在一个致命的缺点, 那就是它们只用单个点的数据值来进行判断。由于气测数据受多种外在因素的影响, 所以如果只采用单个点的数据来进行判断, 这无疑就增加了许多不确定性。所以笔者认为应该采用

尽可能多的数据, 而不是单个具体的数据值。下面的各种解释方法所采用的均是不同比值的深度曲线图, 利用这些曲线的形态及变化趋势来进行解释, 这样, 除了可以减少不确定性之外, 还可以很容易地把曲线图和测井曲线图、录井剖面图合并在一起, 来进行直观地对比和综合判断^[4]。

3.1 岩性变化

岩性变化后, 由于地层孔隙度, 所含流体的变化就会导致气测数据值的大小和组成成分的变化, 所以可以根据气测值的变化来判断岩性的变化。用于这种解释的比值通常有 $\%C_1$ (或 C_1/C)、 TG/C 、 $(C_4 + C_5)/(C_1 + C_2)$ 、 C_1/C_3 以及 C_2/C_3 。在图 1 中, 箭头所指出的就是一些岩性界面。这些岩性界面已经被岩屑录井和电测解释所证实了。可以清楚地看到, 在这些岩性界面处, C_1/C 曲线都发生了比较明显的变化。

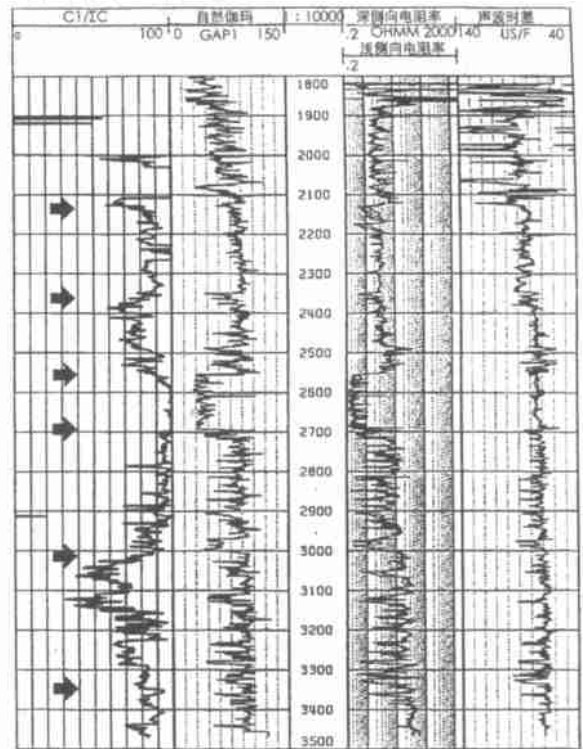


图 1 C_1/C 曲线与电测曲线对照图

(箭头处表示一些主要岩性界面)

3.2 流体界面

在同一储层内, 某些气测比值的明显变化, 通常表明可能存在有流体界面 (比如说油水、气油或气水界面)。数值到底是变高还是变低, 取决于选

择了什么样的比值以及是什么样的流体界面。

为了能够准确判断数值变化是否是由流体界面所引起,应该把全烃和组分结合在一起考虑,如图2、图3。如果全烃值明显降低,那么在大多数情

况下,这就意味着有油水或气水界面存在。如果全烃和组分随着深度慢慢变化,这通常意味着存在油水或气水过渡带。

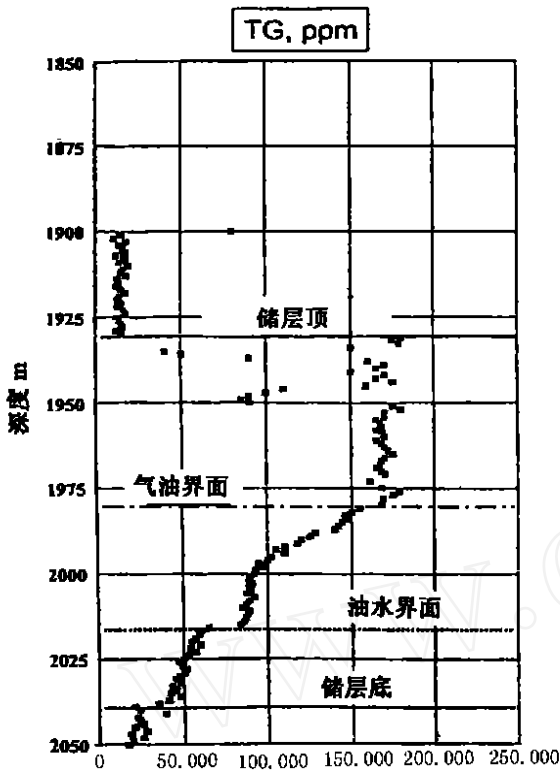


图2 TG深度曲线图

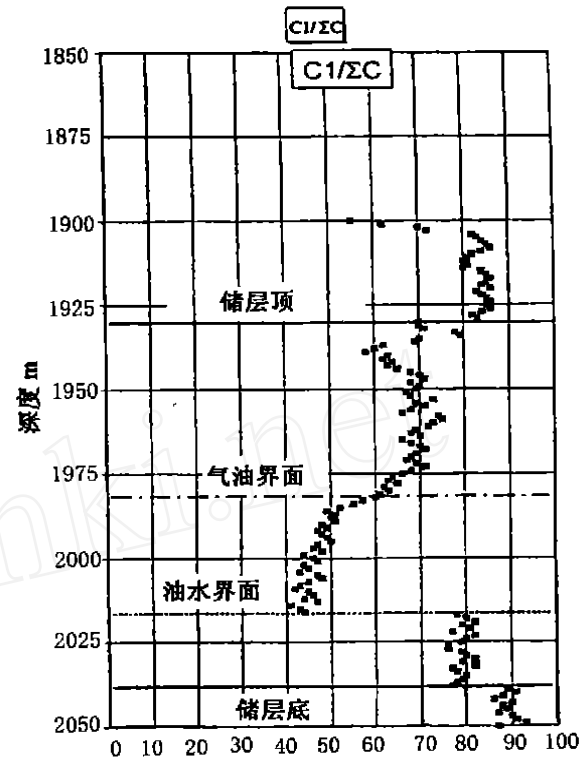


图3 C_1/C 深度曲线图

3.3 流体的渐变

在同一个油藏内部的流体,由于压力、温度以及地球重力等因素的综合影响,就会产生一种分异作用,顶部为轻组分,越往下重烃就越来越多。图4中,用 $C_1\%$ 曲线就能够很清楚地看到流体的这种变化情况。若要对这种油藏内的流体进行取样分析的话,就不能只取一个样,而应该在不同的深度取多个样,这样才能代表整个油藏内部流体的性质。

图5与图4的情况正好相反,在油藏内部 $C_1\%$ 没有变化,这说明这一油藏内部存在着单一性质的烃类。

3.4 盖层的封堵效率

若盖层的封堵性好时,当从储层进入盖层后,气测数据会有明显变化,若盖层的封堵性不好时,当从显示层进入盖层后,气测数据则不会有明显的变化。在图6中,用的是 $C_1\%$ 曲线。图中可以看到,在一含油储层内,从油水交界面到储层的顶部

C_1 的相对含量是在逐渐升高的。当进入泥岩盖层后,在前30m继续保持这种趋势。这就说明盖层的封堵性不好,真正的盖层应位于储层顶部30m处。

在图7中可以看到,当从储层进入盖层后 $C_1\%$ 都发生了明显的变化,这说明这两层盖层的封堵性是很好的。

3.5 生物降解

遭受生物降解的石油将气产生大量的同形异构体,所以 iC_5/nC_5 可作为石油是否遭受降解的指示剂。对于遭受生物降解的石油, iC_5/nC_5 通常大于1。图8中,当进入第 R_{11} 储层后, iC_5/nC_5 的值明显升高。通过室内研究,最后确定此储层中的石油确实遭受了生物降解。因此,通过分析储层的 iC_5/nC_5 数据,可以初步得到石油是否降解的数据,这对于制定测试方案及进行何种室内分析都是很有帮助的。

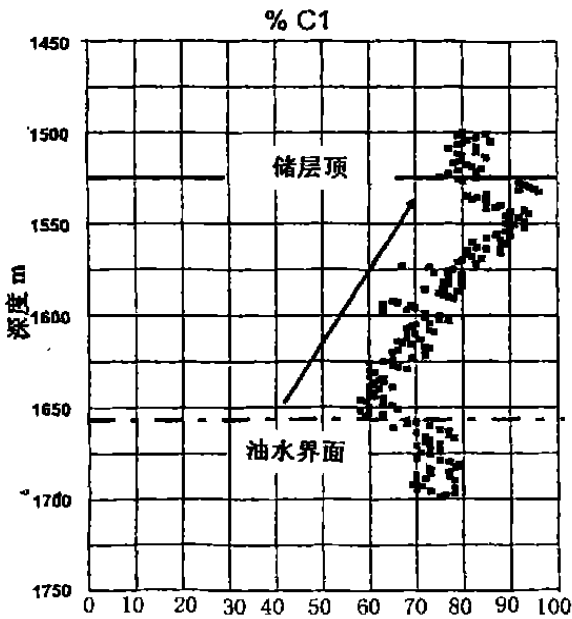


图4 单一储层内流体渐变实例

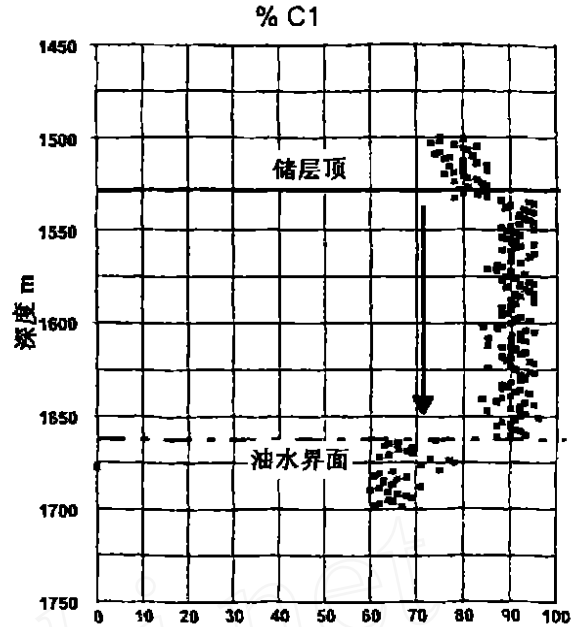


图5 储层内单一性质流体实例

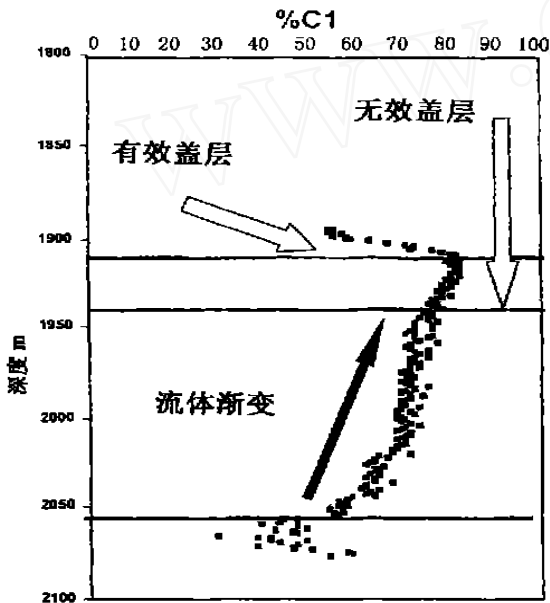


图6 差盖层封堵性实例

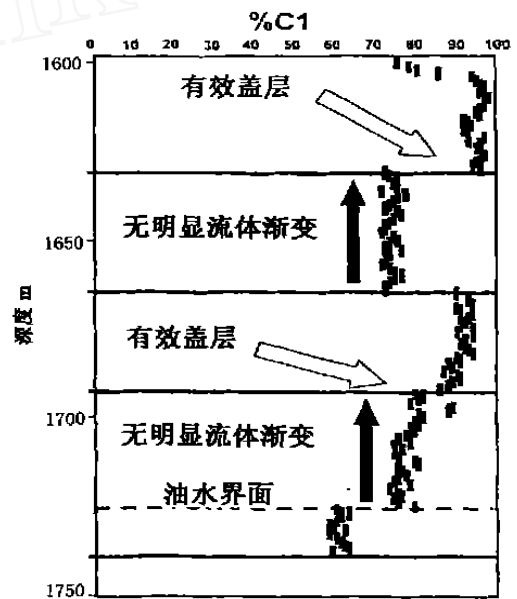


图7 好盖层封堵性实例

3.6 源初步分析

在XX井中,发现了7个显示层,其中有3层(1,3,6)经过了测试,在图9中,只保留了含气层的数据。可以看到上部的1,2,3层和下部的4,5,6,7层存在两个截然不同的趋势,而这两种不同的趋势是由于上下部地层中存在有两种不同油源的油气所造成的^[5]。

4 结束语

综上所述,气测资料除了可以用于地层中流体的识别外,还可以用于划分岩性界面、划分油气水界面、反映地层流体的渐变、推测盖层的封堵效率、预测石油是否遭受了生物降解以及对不同层位的油源进行初步分析等解释。此外,在电测存在疑问的某些方面,比如说低渗透率储层、低阻油层以及

薄层的识别,用气测解释都可以得到较好的解决。因此,气测资料在油气勘探中所起的作用是毋庸置疑的。

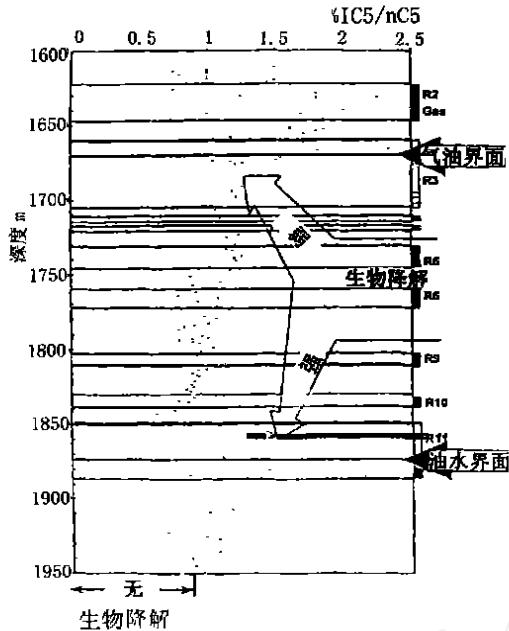


图8 iC_5/nC_5 深度曲线图(生物降解实例)

尽管在气测资料的获取和解释方法方面取得了长足的进步,但在实际生产中依然存在有许多不确定因素影响气测资料的准确性。因此在工作中还不能只单独用气测资料来解释,而应结合测井、地质以及测试等尽可能多的资料来进行综合解释,这样才能保证解释的准确性。

参考文献:

- [1] 严国平,武庆河. 脱气器的现状及发展趋势[J]. 录井技术, 1999,10(1):10-14.

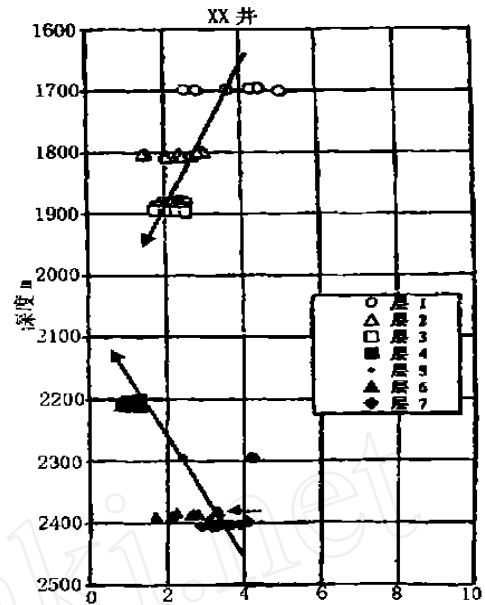


图9 只保留了含油层系数据的 TG/C 深度曲线图

- [2] 孙川礼,刘惠武. 快速色谱分析技术在石油勘探中的应用[J]. 录井技术,1999,10(3):37-40.
- [3] 李江陵,武庆河. 快速气相色谱及其在石油勘探中的应用[J]. 录井技术,2002,13(4):54-60.
- [4] D. Kandel, R. Quagliaroli, G. Segalini, B. Barraud. Improved Integrated Reservoir Interpretation Using Gas While Drilling Data. Paper SPE 75307, 2001, 11:489-501.
- [5] G. Beda, R. Quagliaroli, G. Segalini, B. Barraud. Gas While Drilling (GWD): A Real time Geologic And Reservoir Interpretation Tool. Paper present at 1999 SPWLA Annual Logging Symposium.

Study on Development of Gas - logging Technique and New Usage of Gas - logging Information

Ren Guang - jun

(Petroleum Department of Resource College of China University of Geoscience, Hubei Wuhan 430074, China)

Abstract: In the past, due to limitation of gas - logging technique, gas - logging data was thought to be unreliable, which limited its usage. Accompanying with progress of gas - logging data acquisition and analysis technology, more accurate data can be gained now. In order to use gas - logging information fully, through analyzing different ratio depth plot of gas - logging data, and using curve occurrence and trend, lithologic boundary and oil - gas interface are divided, fluid evolution is judged, cap rock plugging efficiency is guessed, oil suffered biodegradability or not is predicted, and oil - source in different strata are analyzed primarily.

Key words: Gas - logging; gas trap; chromatograph detector; quality control; gas data explanation