

定量荧光录井技术在胜利油田油气勘探中的应用*

滕玉明,张书桐,邹军,高峰

(胜利石油管理局地质录井公司 山东 东营 257064)

摘要:为了更好的发现轻质油和有效的消除特殊钻井条件下钻井液中大量混入有机添加剂对荧光录井的影响,国内外录井界都在尝试一种新的录井方法——定量荧光录井技术。本文介绍了定量荧光录井技术产生的背景,检测原理和技术特点,重点介绍了定量荧光录井技术评价油水层的方法,通过近 2 年的试验性应用,定量荧光仪具有较高的检测灵敏度和较好的推广应用前景。

关键词:定量荧光录井技术;储集层;评价方法;油气勘探;应用效果;山东;胜利油田

中图分类号:TE142 **文献标识码:**A

0 引言

荧光录井技术的应用已有 60 多年的历史,目前它仍作为钻井过程中检测石油的一种方法,但一直沿用人工滴照、系列对比、肉眼观察的方法来描述荧光的产状、颜色和强度,由于肉眼识别能力及多种“标准荧光对比系列”配备的局限,致使荧光录井技术一直停留在定性分析水平上。

定量荧光录井技术是在 20 世纪 90 年代初,由德士古石油公司伯恩斯和斯特奥尔率先开发的一项新技术。它是在原有技术基础上的跨越式发展,较好地解决了常规荧光录井肉眼观察无法识别的荧光以及人为因素影响等一些难题。该项技术利用了石油的荧光特性,即石油中的不饱和烃在紫外光的照射下能发射荧光的特性。实现了定量分析、解释,更有利于荧光波长处于 400 nm 以下的轻质油的发现和识别;可消除钻井液添加剂及混油对岩屑录井及储集层识别的干扰;配套溶剂——正己烷的采用,消除了原油荧光的猝灭现象,有利于样品中烃类萃取彻底,更适用于轻质油及凝析油,使荧光分析灵敏度提高 10~35 倍。

定量荧光录井技术的上述优势,促使该项技术很快引入国内,在国内相继开发了此类产品,同时也加快了应用研究工作,并取得了初步成

效,展示了可喜的发展前景。

1 定量荧光检测原理和方法特点

目前,国内外研制开发的定量荧光检测仪器大致可分 3 类,即:数字滤波荧光检测仪、二维荧光检测仪和三维荧光检测仪。数字滤波荧光检测仪和二维荧光检测仪已经广泛应用于现场录井,而三维荧光检测仪还处在应用研究阶段^[1]。

因为原油中含有的芳香烃吸收电磁辐射能后,会打乱芳香烃内部的电子结构而处于受激发状态,当其回到原状态时将以发射光波的形式释放过剩的能量,这种特性称为石油荧光。定量荧光检测是通过选择、滤波、使激发波的波长固定在某一值(254nm),被照射的样品所发荧光经滤波后,由光电倍增管转换,进而测量出含油荧光的发光强度。下面以 OFA - II 型荧光仪为例,简介其工作原理。

1.1 定量荧光分析仪工作原理

仪器自带的紫外光源辐射出的光束经过滤光片后照射到样品池上,样品池中荧光物质吸收激发光后发生能量跃迁而发射荧光。荧光由大孔径非球面镜的聚光及光栅的分光色散后,照射于光电倍增管上并转换成电信号,电信号经过放大送至计算机进行处理,然后再以数字显示或图谱打印的方式提供用户。

*收稿日期:2003-04-19;修订日期:2003-06-20;编辑:张天祯

作者简介:滕玉明(1962-),男,山东青州人,工程师,从事地化录井和定量荧光录井的研究工作。

当仪器的有关参数选定及被测物质和介质条件确定后,所测定的荧光相对强度与荧光物质的浓度成正比,因而仪器可进行定量测量。不同的物质具有不同的荧光谱图,只要经过定量检测,就能得到相应的光谱特征谱图^[2]。

1.2 定量荧光检测方法

定量荧光录井,在检测前应首先收集邻井同

层系同油源的油样作标样,对仪器进行标定,检测钻井液添加剂(含油品)以确定背景值,录井中采用本底扣除法,以便获得岩样的真实含油情况。石油荧光分析仪给出样品荧光谱图、主峰峰的荧光波长值和荧光强度值及 C_0 值,通过公式计算或查表,得到样品相应的荧光对比级别和相当油含量(表 1)^[2]。

表 1 原油浓度与荧光对比关系数据

原油浓度 $C(\text{mg/g})$	10 000	5 000	2 500	1 250	625	310	160	80
荧光对比级	15	14	13	12	11	10	9	8
原油浓度 $C(\text{mg/g})$	40	20	10	5	2.5	1.2	0.6	
荧光对比级	7	6	5	4	3	2	1	

计算公式如下: $B = 15 - (4 - \log C) / 0.301$

其中: $C = C_0 \times n$

C —被测样品原油浓度(相当油含量), mg/L ;

n —稀释倍数;

C_0 —被测样品稀释后仪器检测浓度, mg/L ;

B —荧光对比级别。

经过实践,笔者等初步确定了胜利油区定量荧光评价油层和原油性质的标准(表 2,表 3,图 1)。

表 2 荧光对应级别与储集层性质对比

储集层性质	油层	油水同层	含油水层	水层或干层
荧光对比级别 n	11	9~10	6~9	1~5

表 3 定量荧光录井原油性质判别

原油性质	油性指数 (R)
轻质油	< 2.97
中质油	2.97 ~ 3.94
重质油	3.94 ~ 4.10
稠油	> 4.10

图 1 是笔者等通过对胜利油区 60 余口井、10 000 余块储集层的定量荧光检测数据,并结合试油结果,统计归类后绘制的图版。此后,又用 50 余口井、2000 余块样品的定量荧光数据进行验

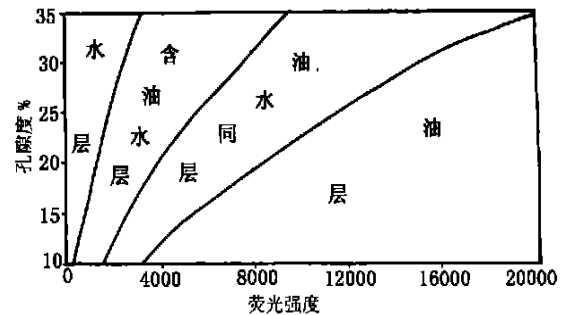


图 1 胜利油区定量荧光强度值—孔隙度的油水层划分图版

证,证实用此图版解释标准是符合实际的,具有实用性和有效性,获得了较好的应用效果。

2 定量荧光录井技术特点

定量荧光录井技术具有如下特点: 定量荧光分析仪进行荧光检测,具有简便、快捷的特点,每个样品仅需几分钟便可完成含油情况的测定,并消除了人为因素的干扰。能消除因钻井液添加剂的污染、矿物发光等干扰,有利于真伪显示的辨别;计算机可以快速提供相应的谱图和数据,给出信息多,自动化程度高。直观、准确、定量分析地层中的单位含油丰度,灵敏度高。反映原油性质,更有利于辨认轻质油、凝析油。

通过系统的岩样检测,可利用定量荧光谱图进行油源对比。对薄层裂缝性储层,甚至油页岩,测井和随钻测量难以进行解释的层段,定量

荧光可以完成。

3 定量荧光录井技术在勘探中的应用效果

目前,国内外许多油田都开展了定量荧光录井的应用研究工作,并逐步推广应用,取得了初

步效果。在胜利油区已进行定量荧光录井 200 余口,分析了样品 3 万余块,积累了较丰富的资料,取得了较好的成果。下面是对胜利油田部分地区 17 口井 18 层的定量荧光录井的评价结果与试油成果进行了对比,符合率达 80% 以上(表 4)。

表 4 定量荧光录井解释结果与试油结论对比

井号	层位	井段 (m)	荧光 强度	稀释倍数 (n)	测井孔隙 度(%)	含油饱和 度(%)	解释 结果	试油 结论	日产量(m ³)		
									油	气	水
桩 242 井	沙三段	3059.40 ~ 3063.10	349	20	17.34	54.73	油层	油层	26.5		0.87
桩 241 井	沙三段	3218.00 ~ 3228.60	342	15	8.16	85.29	油层	油层	26.3	856	0.32
义 441 井	沙三段	3072.40 ~ 3095.40	404	25	13.27	55.17	油层	油层	13.3	718	0.64
义斜 981 井	沙三段	2825.00 ~ 2836.00	315	20	12.27	85.16	油层	油层	5.58		0.27
义 170 井	沙四段	3806.00 ~ 3829.00	363	15	11.68	64.10	油层	稠油层	0.28		1.13
垦东 631 井	沙三段	3415.00 ~ 3427.00	360	5	15.16	17.40	含水油层	油水同层	6.5		3.36
垦斜 626 井	沙三段	2634.00 ~ 2642.00	373	15	17.58	32.30	油水同层	油水同层	2.16		3.21
陈 162 井	沙三段	1786.00 ~ 1800.30	332	15	16.21	23.00	油水同层	油水同层	1.26		2.14
史 130 井	沙三段	3044.00 ~ 3046.00	434	25	16.85	49.85	油层	油层	14.1		0.63
史 128 井	沙三段	3055.10 ~ 3060.00	357	30	21.83	36.45	油水同层	低产油层	1.03		
史 127 井	沙三段	3141.30 ~ 3147.30	416	20	15.63	39.70	油层	油层	5.24		
滨 423 井	沙四段	2951.00 ~ 2955.00	396	20	10.59	56.29	油层	油层	17.0		0.20
滨 424 井	沙四段	2514.00 ~ 2521.00	390	10	6.86	62.00	油层	油层	7.89		
坨 762 井	沙四段	3526.00 ~ 3562.00	369	10	7.36	58.40	油层	油层	7.86		
坨 148 井	沙三段	2950.70 ~ 2957.00	435	20	17.80	70.80	油层	油层	5.91		
坨 145 井	沙四段	2050.00 ~ 2055.00	412	20	12.11	49.72	油层	油层	21.9		
坨 143 井	沙三段	2960.00 ~ 2970.00	372	20	19.59	53.81	油层	油层	56.1		
坨 144 井	沙三段	2602.00 ~ 2608.80	328	1	16.11	2.18	水层	水层			1.37

4 结论

通过定量荧光录井技术在胜利油区的应用,初步得出以下结论:

(1) 定量荧光录井技术在发现轻质油气层方面具有较强的优势。

(2) 在消除钻井液对岩样的污染、排除矿物发光的影响、提高资料的可信度等方面作用独特。

(3) 定量荧光录井技术作为一种新的录井手段,使用于各种钻井液体系,特别值得一提的是,在一些特殊储集层和复杂的钻井工艺条件下,分析结果可靠,资料应用价值更高。

(4) 定量荧光录井技术和其他的录井方法一

样,同样也存在其局限性和不足,例如:当挑选样品不具代表性时,分析结果就难以客观。将该技术与其他录井技术相结合,进行综合分析,发挥各自的优势,互相补充,可大大提高综合评价水平。

(5) 定量荧光录井技术在胜利油田的应用还处于探索阶段,还需要做大量的应用研究工作,这对更有效地发挥此项技术的优势十分重要。

参考文献:

- [1] 曹洪辉,陈乐,张永康. 定量荧光检测仪器介绍[J]. 录井技术,2000,11(2):46-49.
- [2] 安文武,苏金龙,刘树坤,等. 定量荧光录井在石油勘探中的应用探讨[J]. 录井技术,2000,11(4):35-42.

(下转第 74 页)

井古生界求得的含油饱和度主要分布在 60% ~ 85% 范围内, 平均 69.3% (图 4)。

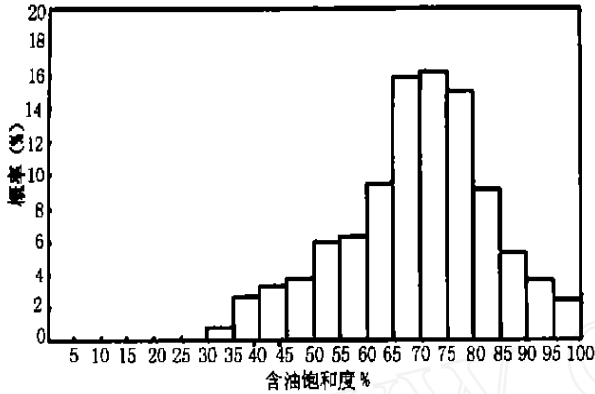


图 4 埕北 302 井古生界核磁共振解释饱和度分布图

3 结论

核磁共振测井是一项难度很高的技术, 它可以提供地层有效孔隙度、渗透率, 可动流体体积和束缚流体体积等参数, 是进行储层评价的有效方法之一。它作为一门新技术, 有许多问题需要进一步研究, 使该技术逐步完善。

参考文献:

- [1] 肖立志, 等. 核磁共振测井资料解释与应用导论[M]. 北京: 石油工业出版社, 2001.
- [2] 肖立志. 核磁共振成像测井与岩石核磁共振及其应用[M]. 北京: 科学出版社, 1998.

Application of Nuclear Magnetic Logging Technology in Chengdao Area

DONG Bin

(Logging Company of Shengli Oil Field, Shandong Dongying 257096, China)

Abstract: By using No. 30 buried hill in Chengbei of Chengdao area as an example, application of nuclear magnetic logging in data explanation of effective porosity, rate of percolation, movable liquid volume and combined liquid volume are studied in this paper.

Key words: Nuclear magnetic logging; porosity; rate of percolation; oil-bearing saturability; Chengdao area

(上接第 67 页)

Application of Quantative Fluorescence Logging Technology in Gas and Oil Exploration in Shengli Oil Field

TENG Yu-ming, ZHANG Shu-tong, ZOU Jun, GAO Feng

(Geological Logging Company of Shengli Oil Field, Shandong Dongying 257064, China)

Abstract: In order to find low-density oil and decrease effect of organic addition agent to fluorescence logging while they are mixed in drilling liquid under special drilling condition effectively, logging line at home and abroad are both trying a new logging method—quantitative fluorescence logging technology. Forming background, measuring method and technology characteristics of quantative fluorescence logging technology are introduced in this paper, especially quantative fluorescence logging technology to evaluate water-oil strata is introduced. Through 2 years application, it is regarded that quantative fluorescence instrument has high measuring sensitivity and good application future.

Key words: Quantative fluorescence logging technology; concentration strata; evaluation method; oil and gas exploration; application effect; Shandong province; Shengli oil field