

大庆油田 A 区块油气水层解释标准研究

徐 通

(大庆油田有限责任公司第十采油厂,黑龙江大庆 163312)

[摘要] 利用 A 区块部分探井、评价井及开发井的试油、取心及测井资料,分析统计储层岩性、物性、含油性 & 电性这“四性”之间的关系,建立油气水层的电性解释标准。主要是利用旋转式井壁取心及钻井取心资料,分析统计储层的岩性、物性特征;利用取心井及试油井资料分析统计储层的油水层发育状况。利用图表法,得出岩性、物性及含油性之间的相关性。并把油气水层对应于不同的测井曲线值上,优选出符合率最高的曲线组合作为最终的解释标准,指导区块射孔方案的编制。

[关键词] “四性”;取心;试油;测井;解释标准

[中图分类号] TE357.8 [文献标识码] A [文章编号] 1009-1742(2012)04-0083-05

1 前言

大庆油田 A 区块位于构造的边部,扶余油层储层非均质性强,受构造、岩性及断层活动的多期性及复杂化等特点的影响,导致研究区油水关系及油水层测井响应特征复杂多样,给油水层解释带来很大的难度。

现有的油水层解释标准为深侧向-自然电位解释标准,没有气的识别标准,而且标准中也没有包括感应的解释标准,因此,笔者在现有的解释标准的基础上增加了感应、补偿中子和补偿密度曲线,开展 A 区块的油气水层的解释标准研究,提高参数解释精度,有效的指导区块射孔方案的编制。

2 油气水层在测井曲线上的响应特征

2.1 油层

油层的微电极曲线幅度中等,具有明显的正幅度差,并随渗透性变差幅度差减小;自然电位曲线显示正异常或负异常,在淡水泥浆条件下,自然电位为负异常,在咸水泥浆条件下,自然电位为正异常,并且随泥质含量的增加异常幅度变小;双侧向及双感应曲线在油层段呈现出明显的高阻^[1-4]。

2.2 气层

在微电极、自然电位、侧向及感应电阻率曲线上气层特征与油层相同,所不同的是在声波时差曲线上明显的数值增大或周波跳跃现象,补偿中子与补偿密度曲线有交汇,且补偿中子值比油层大。

2.3 油水同层

在微电极、声波时差曲线上,油水同层与油层相同,不同的是自然电位曲线比油层大,而侧向及感应电阻率比油层小。

2.4 水层

微电极曲线幅度中等,有明显的正幅度差,但与油层相比幅度相对降低;自然电位曲线异常幅度值比油层大;侧向及感应电阻率与油层、气层及油水同层相比,幅度较小。

根据以上曲线特征只能定性的判断油、气、水层,为了更准确地进行参数解释,利用砂岩层位的测井曲线值,结合井壁取心及试油结果,研究区块油气水层解释标准。

3 A 区块储层“四性”关系研究

研究区的测井系列主要为慧眼-1000 系列,通过对慧眼-1000 测井资料进行对比分析,各对应曲

[收稿日期] 2012-02-14

[作者简介] 徐 通(1984—),男,黑龙江大庆市人,助理工程师,主要从事油测井现场监督及资料验收工作;

E-mail: scxutong@petrochina.com.cn

效孔隙度为 11.9 % ,渗透率 0.75 mD,测井响应特征是自然电位负异常较小,含油层段电阻率和声波时差较大,试油为油层,该层段“四性”关系具有较好的对应性。N 井(见图 4)扶余油层 4 号层为含水、含钙的粉砂岩,平均有效孔隙度 22.5 % ,渗透率平均 125.0 mD,在电性显示上,自然电位负异常较大,电阻率较小,声波时差较大,试油为水层,该层“四性”关系也具有较好的对应性。因此,研究区“四性”关系总体一致性较好。

通过以上储层“四性”关系的研究,同时考虑到扶余油层埋藏深度差异大及受构造、岩性、断层等相关因素的影响,存在个别储层岩性、物性、含油性 & 电性之间对应性较差,研究区“四性”关系总体上具有较好的一致性。

4 A 区块扶余油层油气水层解释标准研究

4.1 油水层解释标准

根据以上研究结果,A 区块共作出深感应 - 自然电位图版、深侧向 - 自然电位图版、深感应 - 微电极幅度差/微梯度图版,这 3 个图版的解释符合率分

别为 92.5 %、88.1 %、90.2 %。最终选用解释符合率最高的深感应 - 自然电位图版作为最终的解释图版。

深感应 - 自然电位解释图版共选用 159 个小层的深感应和自然电位值。其中油层 59 层,误解释 4 层;油水同层 27 层,误解释 8 层;水层 73 层,误解释 1 层。图版解释符合率为 92.5 % (见图 5)。确定标准为

$$\text{油层: } RILD \geq 0.3296SP + 11.184$$

$$\text{油水同层: } 0.0961SP + 10.46 < RILD < 0.3296SP + 11.184$$

$$\text{水层: } RILD < 0.0961SP + 10.46$$

其中: $RILD$ 为深感应电阻率, $\Omega \cdot m$; SP 为自然电位, mV 。

4.2 气层解释标准

以试油资料为基础,选用 23 口井 34 层的密度孔隙度、中子孔隙度及自然电位参数,编制了油气层识别图版,其中油层 28 层,气层 6 层,图版精度 100 % (见图 6)。

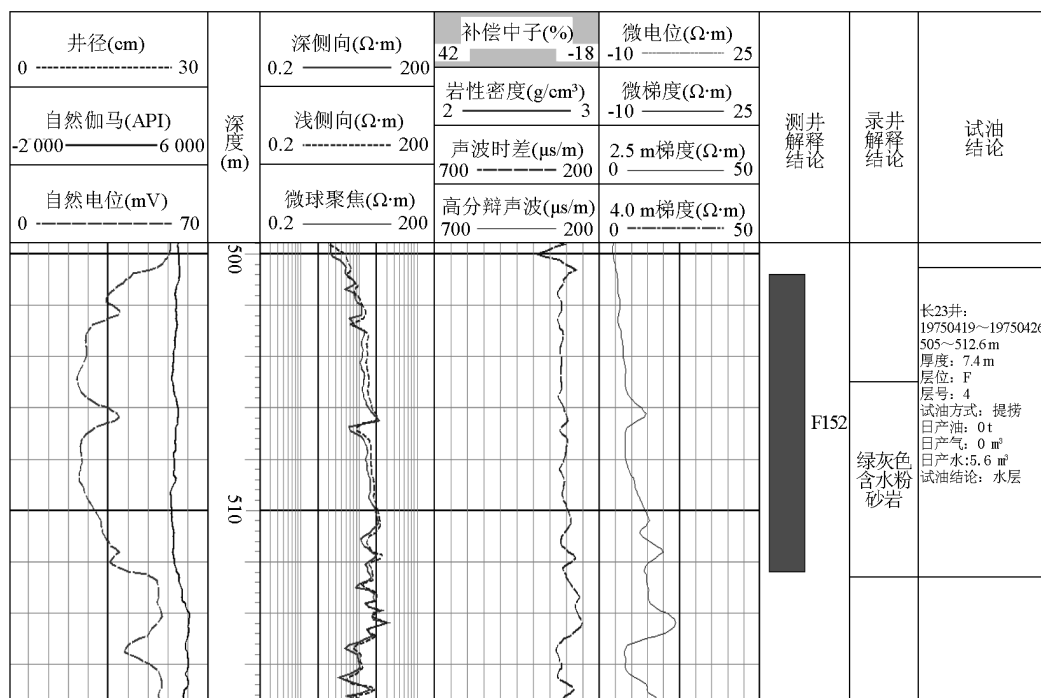
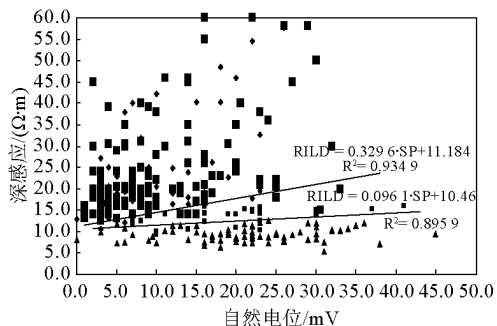


图 4 大庆油田扶余油层典型水层“四性”关系图

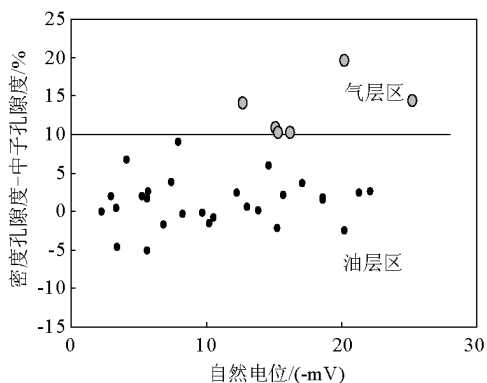
Fig. 4 The relationship of “four characters” for classic water layer of Daqing Oilfield



注: ●油层59个, 误入4个 ●油水同层27个, 误入8个
▲水层73个, 误入1个 图版符合率92.5 %
■新增油层137个, 误入7个 解释符合率94.9 %

图5 A区块扶余油层油水层解释图版
符合率验证图版

Fig.5 Verification of oil and water interpretation of block A



注: ●油层28层 ○气层6层 图版精度 100 %

图6 A区块气层解释图版

Fig.6 Gas interpretation of block A

密度孔隙度和中子孔隙度的差值计算公式为

$$DC = (0.42 - (DEN - 2) \times 0.6 - CNL \cdot 0.01) \times 100$$

确定的标准为

表1 大庆油田A区块扶余油层有效厚度下限标准汇总表

Table 1 Low standard of thickness of block A in Daqing Oilfield

区块	有效厚度物性标准			含油级别	有效厚度物性标准		扣除低阻夹层微电位回返程度/%
	有效孔隙度/%	空气渗透率/mD	岩性		声波时差/ $(\mu\text{s} \cdot \text{m}^{-1})$	深侧向电阻率/ $(\Omega \cdot \text{m})$	
A	13.0	1.0	粉砂岩	油浸	$AC \geq 265$	$R_{LLD} \geq 15$	17
					$AC < 265$	$R_{LLD} \geq -6.875AC + 1836.9$	

5.2 低阻夹层扣除标准

低阻夹层一般由含油级别低(油斑、油迹)或不含油的砂、泥岩构成,特点是:厚度薄、物性差、含油不饱满、电阻率低。优选微电位电阻率中值和微电位电阻率回返程度建立了扶余油层扣除低阻夹层

气层: $DC \geq 10$

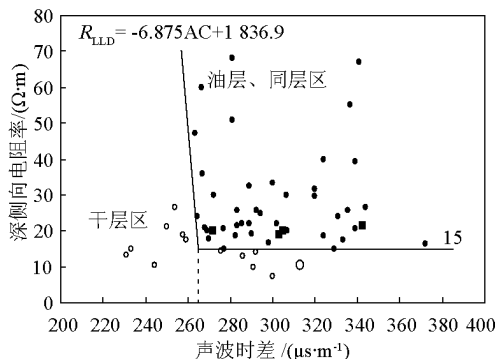
油层: $DC < 10$

其中, DC 为密度孔隙度与中子孔隙度差值,%;
 DEN 为补偿密度值,%; CNL 为补偿中子值, g/cm^3 。

5 有效厚度解释及夹层扣除标准

5.1 有效厚度电性标准

以试油井资料为基础,选用27口井58层(新增18口井34层)的声波时差和深侧向电阻率参数,建立了扶余油层有效厚度电性标准图版。其中新增试油资料中:油层30层,误解释1层,油水同层4层,图版精度96.9%(见图7、表1)。



注: ●油层41层 误入1层 ■同层4层 ○试油干层1层
○取心干层12层 误入1层 图版精度96.9 %

图7 A区块有效厚度解释图版

Fig.7 Valid thickness interpretation of block A

确定有效厚度划分标准为:当 $AC \geq 265 \mu\text{s}/\text{m}$ 时, $R_{LLD} \geq 15 \Omega \cdot \text{m}$; 当 $AC < 265 \mu\text{s}/\text{m}$ 时;
 $R_{LLD} \geq -6.875AC + 1836.9 \Omega \cdot \text{m}$
其中, AC 为声波时差, $\mu\text{s}/\text{m}$ 。

图版。

应用15口取心井55层的微梯度电阻率回返程度和微电位电阻率回返程度参数,建立了扣除低阻夹层标准(见图8、表1),图版精度92.2%。扣除低阻夹层标准为:夹层的微电位回返程度 $\geq 17\%$;

非夹层的微电位回返程度 < 17 %。

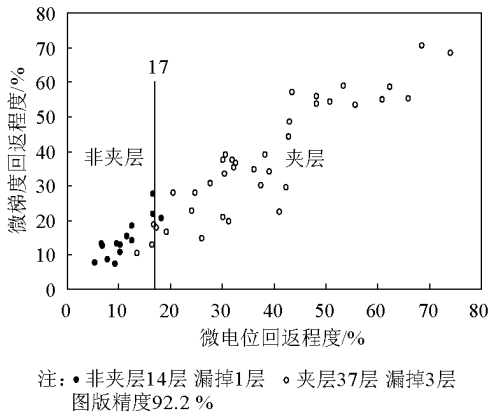


图8 A 区块夹层扣除图版

Fig. 8 Sandwich removal graph of block A

6 图版符合率验证

该区块共投产 125 口井,平均单井有效厚度 7.2 m。初期单井日产液 2.24 t,产液强度为 0.31 t/(d·m);单井日产油 1.66 t,采油强度为 0.23 t/(d·m);含水 25%。目前,单井日产液为 1.67 t,产液强度为 0.23 t/(d·m);单井日产油 1.38 t,采油强度为 0.19 t/(d·m);含水 18.4%,达到较好地开发效果。

读取这 125 口井中,油水层已经落实层位的感应和自然电位值,落到图版中,验证图版的符合率。

扶余油层新增油层 137 个,误入 7 个,解释符合率为 94.9%(见图 5)。符合率非常高。因此,可以用此图版来进行新区油水层解释。

7 结语

1) 区块的岩性、物性、含油性和电性之间的相关性较好,因此可以利用测井、录井、试油等资料来建立统一的测井解释标准。

2) 利用研究出的测井解释标准,能较好地识别出油气水层,指导区块射孔方案的编制。

3) 根据解释标准,指导 A 区块射孔,投产后,效果较好,因此,可以用相似的方法,研究出其他产能区块的测井解释标准。

参考文献

- [1] 孔繁忠,杨学保,钟淑敏,等. C 油田扶余油层储量参数研究[J]. 石油储量报告,1995,23(6):21-25.
- [2] 钟淑敏,付敏,徐燕,等. C 油田扶余油层储量参数测井解释研究[J]. 石油储量报告,1995,23(5):3-11.
- [3] 谢丽,李建明,马立宁,等. 柴达木盆地南翼山油田测井储层参数研究[R]. 长江大学学报(自然科学版),2011,12(9):32-40.
- [4] 刘江,滕伟,付有生,等. 半参数方法在测井解释中的应用[J]. 测井技术,1999,23(3):186-189.

Study on explanation standard of oil's gas and water layers of A block in Daqing Oilfield

Xu Tong

(No. 10 Oil Product Company, Daqing Oilfield Company Ltd., Daqing, Heilongjiang 163312, China)

[Abstract] By using testing, coring and logging data of part exploratory well, evaluation well and development well in A block, we analyzed and counted the relation of "four characters", that is lithology, physical character, oil-bearing and resistivity, and established the explanation standard of oil, gas and water layers. Mainly using data of rotary sidewall coring and drilling well coring, we analyzed and counted reservoir lithology characters and physical properties; by using coring wells and testing oil wells, we analyzed and counted the growth condition of oil and water layers. By using data of charts method, we got the correlation of lithology, physical character and oil-bearing. Oil, gas and water layers were corresponding to different logging curve values and the curve with the highest coincidence rate was chosen as final explanation standard to direct the block perforation program.

[Key words] "four characters"; coring; testing; logging; explanation standard