

文章编号: 1000-2634(2008)06-0135-03

RMT在宝浪油田水淹层评价中的应用*

徐静¹, 高伟², 楚延军¹, 吴奎员³

(1. 中国石油西部勘探井公司, 新疆 克拉玛依 834000; 2. “油气藏地质及开发工程”国家重点实验室·成都理工大学, 四川 成都 610059;
3. 中国石油天然气管道局, 河北 廊坊 065000)

摘 要: 针对宝浪油田多年注水开发使原始的储层物性和含油气性关系因水淹而破坏的实际问题, 采用了RMT(Reservoir Monitor Tool, 油藏监测仪)测井对该油田的典型井进行监测、评价, 准确地提供了地层的孔隙度、渗透率、含油饱和度等诸多地层参数。实践应用表明, 结合油田的地质特征, 设计适当的监测层段, 采用合适的解释模型能够对油田的水淹情况进行准确的评价, 对油田的稳油控水措施的实施可起到关键指导作用。

关键词: RMT测井; 水淹层评价; 含水率; 剩余油; 宝浪油田

中图分类号: TE132.1; P631.8 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3863/j.issn.1000-2634.2008.06.032

宝浪油田位于焉耆盆地南天山中段南坡, 西起霍拉山, 东至克孜勒塔格山, 北邻萨阿尔明山, 南接库鲁克塔格山, 呈NW-SE向拉长的菱形形态。宝浪油田宝北区块属低孔低渗油藏, 地质特征为油层层数多、地层能量低、分布井段长、部分零散层动用难度大。宝北区块从二十世纪九十年代中期投入开发, 由于地层能量低, 经过多年的注水开采, 储层剖面中的各项非均质性, 使得油气在运移过程中形成储层各部位含油性的差异。储层水淹后, 原始的储层物性与含油性关系被破坏。为了了解该区块油层动用程度、储层剩余油的分布情况以及剩余油饱和度, 确定高含水或特高含水开发阶段的水淹程度, 找出高剩余油层段已成为保持油田稳产和提高采收率的关键。该区块曾采取过多项其他测井方法, 但均未能取得较好应用效果。本次研究采用RMT测井对该油田典型井的水淹情况进行监测、评价, 采取相应的措施, 实践表明, 采用RMT对水淹情况进行评价, 能够取得较好的效果。

1 RMT测量原理

RMT是一种以核物理理论为基础的独立的、新型的脉冲中子测井装备^[1], 它由脉冲式的中子作发射源, 中子与介质作用后, 经过非弹性散射和热中子俘获反应而产生次生伽马射线。采用能谱测量技

术, 记录由碳、氧、硅、钙以及其他元素与中子作用产生的非弹性伽马射线和俘获伽马射线的强度, 从而求出介质内碳氧相对含量比等一系列比值^[2-3], 通过对各种元素及其相对含量比值的分析, 解决水淹层评价等地质问题。

RMT具有非弹性(碳氧比模式在地层水矿化度未知或低于2%时采用)和俘获(中子寿命模式在地层水矿化度高于2%时采用)两种测量模式, 可根据不同的地质条件及用户的要求进行测量。另外, 在所有类型油藏中, 使用任何一种模式测井, 都可以对测量能谱进行元素分析来标识岩性。它采用先进的探测技术及模块化的仪器设计, 使用了新型的高密度、高探测效率的闪烁体BGO(锗酸铋), 采用创新的井下仪器结构和时序探测技术, 具有较高的测速, 并改进了测井资料处理方法^[4-5], 它最突出的优点是不受地层水矿化度的影响^[6], 能过油管测井, 并能穿透油管、套管和水泥环直接探测地层中的元素^[7-10]。

RMT能直接反映地层中某些特征元素的含量, 提供储集层的含油饱和度、孔隙度、渗透率、岩性和有效厚度等储层参数, 还可以提供地下油、气、水的动态, 剩余油饱和度、产能、采油指数等参数^[11]。由于RMT具有以上这些特性, 在宝北油区的水淹层评价中通过选择适合于该地区的“经典”解释模型, 分别计算出各个监测层位的流体饱和度值, 包括含烃饱和度和含水饱和度值, 从而达到对研究地层进行

* 收稿日期: 2007-04-17

作者简介: 徐静(1980-), 男(汉族), 湖北荆州人, 工程师, 主要从事勘探地质、测井技术方面的研究。

水淹层评价的目的。

2 应用实例

根据宝北区块的地质构造以及生产情况,分别对位于宝北构造 NW-SE 两翼具有代表性的 B3-4、B1221、B1330 以及 B1332 四口井做 RMT 测井,这 4 口井在采用 RMT 测井前的生产情况见表 1,从表 1 中可以看出这些井在使用封堵措施前产液含水率分布范围为 77%~100%,而其中 3 口在 80% 以上,根据原中国石油天然气总公司的水淹层划分标准,水淹层级别依据含水率的高低可以分为:油层 $f_w \leq 10\%$;弱水淹 $10\% < f_w \leq 40\%$;中水淹 $40\% < f_w \leq 60\%$;较强水淹 $60\% < f_w \leq 80\%$;强水淹 $80\% < f_w \leq 90\%$;特强水淹 $f_w > 90\%$ 。从中可以看出该地区的

水淹程度已经很严重,具有代表性的 4 口井中较强水淹、强水淹和特强水淹 3 种强水淹等级均有发现^[12],这给生产开发带来困难,增加生产成本使得开发经济效益降低。根据原始常规测井曲线分析,结合开发需要,设计 4 口井 RMT 测量井段(表 1)。设计原则为 RMT 测量井段覆盖主要射孔生产井段,以有利于开发层系储层的剩余油分布评价。通过控制测井质量,选择适合于该地区的模型,编制相应的模块对 RMT 测井结果进行解释,解释成果如图 1。

B3-4 井 RMT 处理结果表明:RMT 测量井段上部储层中 2 898.0~2 910.0 m 的油层被动用程度高,储层孔隙中流体基本为水。下部储层中 2 910.0~2 921.5 m 储层中段的 2 915.5~2 918.0 m 油层段被动用程度同样较高,但 2 910.0~2 915.5 m 和 2 918.0~2 921.5 m 段基本未被动用,表现为该储层非均质性较重。综合分析

表 1 实施措施前生产情况表

井号	射孔井段/m	原解释结论	投产日期	产液情况			RMT 设计井段/m
				液/t	油/t	含水率/%	
B3-4	2 298.6~2 305.8	油层	1996 年 11 月	2.6	0.5	80	2 295~2 380
	2 307.0~2 321.8	油层					
	2 350.4~2 359.7	油层	2002 年 03 月				
	2 363.6~2 375.8	油层					
B1221	2 203.4~2 218.0	油层	2001 年 01 月	7.4	1.7	77	2 200~2 305
	2 227.0~2 236.6	油层					
	2 270.4~2 272.6	油层	2000 年 06 月				
	2 288.0~2 302.6	油层					
B1330	2 301.8~2 321.0	油层	2000 年 12 月	5.0	0.7	86	2 295~2 340
	2 323.0~2 335.8	油层					
B1332	2 327.2~2 345.0	油层	1997 年 12 月	30.0	0.0	100	2 255~2 355
	2 347.0~2 353.0	油水同层					

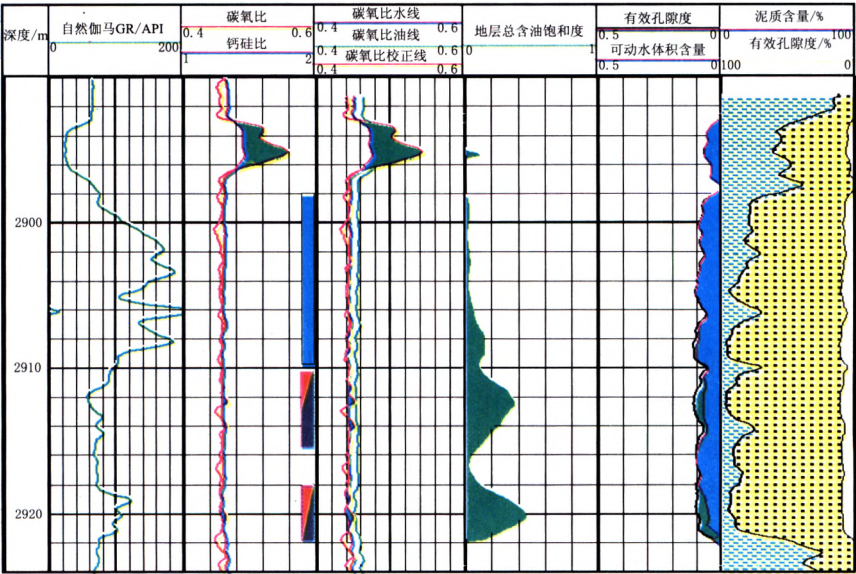


图 1 B3-4 井 RMT 处理成果图

B3-4 井 RMT 测量井段内已被开采水淹的储层主要集中在上部,下部储层中 2 910.0 ~ 2 915.5 m 和 2 918.0 ~ 2 921.5 m 剩余油饱和度较高,还具有一定的产能。

用同样的方法对其余 3 口井进行处理解释,综合分析得到:B3-4、B1221 井地理位置位于宝北构造西北翼,主要开发储层段位于 J_1s_1 与 J_1s_2 ,RMT 处理结果显示由于受储层物性非均质性影响,储层油藏上部动用程度高,而下部动用程度低。B1330、B1332 井地理位置位于宝北构造东南翼,主要开发储层段位于 J_1s_3 ,RMT 处理结果显示储层油藏整体动用程度较高,剩余油饱和度较低。鉴于 RMT 成果图显示 B3-4、B1221 井在 J_1s_1 与 J_1s_2 上下 2 套储层中有较好的剩余油分布,因此建议对 B3-4、B1221 井中已射孔层段中 RMT 解释含水层段进行封堵,对解释剩余油饱和度较高的储层段进行洗井等作业以求重新求产。B1330、B1332 井 RMT 成果图显示 J_1s_3 储层中无较好剩余油分布,仅在 B1330 井解释一层含水油层,但该含水油层位于一套巨厚储层中部位置,给堵水、洗井等施工作业造成相当大的困难,即使进入重新开发由于受上下水层影响,以及地层能量低,驱替作业困难,开发效果也不会很理想,因此建议对 B1330、B1332 井进行关井停产。4 口井后来的生产情况如表 2 所示。

表 2 采取措施后生产情况表

井号	措施后产液情况		
	液/t	油/t	含水率/%
B3-4	1.3	0.7	46
B1221	3.7	3.7	0
B1330	/	/	/
B1332	/	/	/

从 B3-4、B1221 井采取措施前后生产情况对比可以看到 RMT 的建议措施发挥了很好的生产以及经济作用,使两口井含水率得到有效的控制,尤其是 B1221 井由措施前产液含水率达到 77% 下降到措施后的 0(不含水),可见 RMT 的合理措施建议给 B3-4、B1221 井带来了非常明显的经济效益。同时对 B1330、B1332 井的关停建议也使宝浪油田节约了生产成本。

3 结 论

- (1) 根据宝北区块地层油气四性关系以及原油粘度、地层水矿化度等地质资料所设计的 RMT 测量模式与解释模型证明在该区块是适用的,合理的测前设计给后续的研究工作的准确性提供了依据。
- (2) 宝浪油田宝北区块 RMT 资料处理结果真实可靠,解释的剩余油分布情况、剩余油饱和度以及有利储层段通过实际生产验证真实、准确,与真实地质情况相符,表明 RMT 测井技术对水淹层的评价应用在宝浪油田具有良好的适用性。

参考文献:

[1] 慈建发,何世明,李振英,等.水淹层测井发展现状与未来[J].天然气工业,2005,25(7):44-46.

[2] Jacobson L,Ethridge R,Simpson G. A new small-diameter,high-performance reservoir monitoring tool[C]. SPWLA-39th Annual Logging Symposium,1998.

[3] 郑华,陈景霞,张谦,等. C/O 测井响应随源距变化的理论研究[J]. 测井技术,1998,22(2):79-83.

[4] Truax J. Field experience and results obtained with an Improved carbon/oxygen logging system for reservoir optimization[C]. SPWLA-42nd Annual Logging Symposium,2001.

[5] 郑华,丁有贵. C/O 测井地层探测深度的理论研究[J]. 测井技术,1999,23(1):3-6.

[6] 张唯聪,侯世华,刘玉艳,等. RMT 测井仪在某些油田的初步应用[J]. 测井技术,2003,27(2):151-154.

[7] 侯世华,李建设,王真良. 用 RMT 资料指导扶余东区调整开发方案[J]. 测井技术,2003,27(4):330-333.

[8] 杨兴琴,黄美兰. 储层监测仪 RMT~TM 维修实例[J]. 石油仪器,2003,17(1):50-52.

[9] 孙欣华,王岚,王茂显. 温米油田剩余油饱和度测井适应性评价[J]. 吐哈油气,2005,10(4):335-337.

[10] 马英,崔世铭,曲梅. 油藏监测新技术在吉林油田的应用[J]. 测井技术,2004,28(s1):90-92.

[11] 吴云桐. RMT 测井技术及在断块油田挖潜中的应用[J]. 测井技术,2003,27(s1):41-43.

[12] 刘红歧,陈平,夏宏泉,等. 新立低渗透油田水淹层特征及识别方法研究[J]. 西南石油大学学报,2007,29(2):65-67.

(助理编辑:李新玲)