

文章编号: 1001-6112(2011)S1-0053-03

# 测井技术在塔河油田老井复查中的应用

王建英, 周红涛

(中国石化 西北油田分公司 勘探开发研究院, 乌鲁木齐 830011)

**摘要:**老井复查正在成为各油田新增储量和产量的较好方法之一,它具有投资少、风险小、见效快的特点。而测井技术在塔河油田老井复查的应用中取得了较好的效果,主要体现在 3 个方面:1)增加产层,实施挖潜增效;2)提供上返层位和指导老区滚动开发;3)对老区浅层实现探索,扩大含油气范围。同时,通过老井复查,得到一个启示,老井复查应逐步向非目的层系和塔河外围扩散,利用其形成的油气水识别技术方法,重新认识,取得更多油气成果。

**关键词:**评价技术;老井复查;测井;塔河油田

**中图分类号:**TE142

**文献标识码:**A

## Application of logging technique in completed well re-evaluation in Tahe Oil Field

Wang Jianying, Zhou Hongtao

(Research Institute of Petroleum Exploration & Production, SINOPEC  
Northwest Company, Urumqi, Xinjiang 830011, China)

**Abstract:** Re-evaluation of completed wells is a good way to improve reserve and production in many oil fields, due to less investment, less risk and faster return. Application of logging technique in completed well re-evaluation in the Tahe Oil Field achieved several good results: 1) More producing formations, more potential and higher efficiency; 2) Providing back layer and guiding completed region rolling development; 3) Exploring in upper layers of completed region and expanding petroliferous range. Meanwhile, re-evaluation of completed wells indicated that the re-evaluation should expand to untargeted strata as well as the surrounding area of the Tahe Oilfield. The identification methods of oil, gas and water might be used to recognize and obtain more oil results.

**Key words:** evaluation technology; re-evaluation of completed wells; well logging; Tahe Oil Field

在勘探开发中前期,由于受技术、资料和认识的限制,储层解释准确率不可能达到 100%,而随着勘探开发的不断进步,老区资源探明程度不断提高,各井区构造特征与油气成藏特征认识的提高,老井复查工作和地位将日益上升。一方面,老区可供资源接替的勘探对象越来越复杂,勘探难度越来越大;另一方面,新钻井成本高、风险大,寻找储量难度较大<sup>[1-3]</sup>。测井作为油气田勘探和开发过程中重要的技术手段之一,在塔河油田老井复查中占有重要地位。利用已有的钻井成果,采用新的测井技术方法序列对已完钻的老井井层进行重新分析、认识,达到评价及发现、落实油气层,以较少的经济投入,实现增储上产的目的。成功的复查已极大地提高了对老探区的认识,救活旧区块,开发新层系。

## 1 老井复查评价方法

### 1.1 复查对象

老井复查对象为常规测井解释遗漏的复杂含油气层和储层的二次确认解释。影响一次测井解释的因素较多,主要有大部分井中浅层未录井,目的层是兼顾层系,钻井周期较长,部分井测井系列不全,当时钻井的井身结构、泥浆比重的影响以及岩性复杂引起的电性和含油性等的变化导致的误判,同时,试油资料太少,导致其区块储层测井解释标准不好建立也容易使一次解释失误。

### 1.2 复查方法

从目前塔河油田碎屑岩老井复查面临的情况来看,存在着油藏类型多样,油层类型多样,储层类型多样以及油气层影响因素多样 4 大特点,且中浅

层大部分井无录井、无取心分析资料,因此,要想有效进行老井复查,必须立足测井特征,与已知井区油水测试井特征进行对比分析,充分发挥多井对比作用,利用新的技术和手段,进行复查。

### 1.3 复查流程

根据油气勘探开发形势,立足测井曲线特征,有重点、有计划地开展对老井的地质录井、测试等资料复查,综合分析查明各井的含油气性。

(1) 以油气显示、测试井电测标准为线索,收集相关井的基本信息,为复查评价提供依据。

(2) 利用电测资料对可疑目标开展纵向精细对比,运用碎屑岩油气水识别方法(如 AC-RT 交会图、双孔隙度重叠法、双地层水重叠法等)综合判别含液性。

(3) 追踪邻井可疑目标层位,并进行横向对比分析,预测油气有利聚集区带。

(4) 根据后期测试情况,进一步完善解释标准和测井的再复查、再认识。

## 2 测井技术在老井复查中的应用

近几年来,随着测井技术的进步,塔河油田老井复查工作在多个层系都取得重要成果,尤其在浅层油气突破起到了较大作用。如早期的 T\* 井白垩系及近期 9 区白垩系、TP\* 和沙\* -1 井库姆格列木群的油气发现,很大程度上增加了塔河油田的产量和储量。总结其应用情况,具体体现在以下 3 个方面。

(1) 利用测井新技术和方法,复查出油气层,增加产层,实施挖潜增效。

TK6\* 井为 2003 年 4 月完钻的一口针对奥陶系的开发井,完井测井解释认为卡拉沙依组电阻率低( $2 \Omega \cdot m$ ,而该区油气层标准为  $3 \Omega \cdot m$ ),判断为水层。后经与邻井详细对比,并结合本井测井曲线特征,认为具有含油气特征。与标准水层相比,其物性相对较好, $DEN=2.34 \text{ g/cm}^3$ , $AC=80 \mu\text{s/ft}$ (标准水层  $DEN=2.36 \text{ g/cm}^3$ , $AC=75 \mu\text{s/ft}$ ),电阻率值更高, $RILD=2.4 \Omega \cdot m$ (标准水层  $RILD=0.8 \Omega \cdot m$ ),电阻增大率为 3;利用 AC(DEN)-RILD 曲线重叠法发现,具有明显的包络面,表明有较好的含油性,定量计算其含油饱和度为 64%,测井重新复查为油气层。

后对复查油气层进行试油:5 mm 油嘴 46.3 t/d,气 300 m<sup>3</sup>/d,不含水,供液稳定,产液初期一直稳定在 46.3 t/d 左右。

该井前期一直是间开生产奥陶系,经过老井复

查,重新复查出卡拉沙依组油气层,经射孔测试,增加了产层,很好地实现了挖潜增效。

(2) 利用测井新技术和方法进行老井复查,提供上返层位和指导老区滚动开发。

GK\* 井是 2007 年 5 月完钻的一口针对三叠系的开发井,白垩系录井岩性为浅灰色粉砂岩,见油迹显示,气测形态饱满,全烃值由 0.331% ↑ 4.317%,对比系数 13.04%; $C_1:0.0033\% \uparrow 0.5070\%$ , $C_2:0\% \uparrow 0.3098\%$ , $C_3:0\% \uparrow 0.6659\%$ , $iC_4:0\% \uparrow 0.1810\%$ , $nC_4:0\% \uparrow 0.3000\%$ ;  $iC_5:0\% \uparrow 0.1020\%$ , $nC_5:0\% \uparrow 0.1322\%$ ,烃相对分子量曲线形态较为饱满,最高值为 70,利用测井老井复查的油气水识别技术,认为物性相当情况下电阻率值为水层的 2 倍左右。利用测录井一体化联合解释技术发现:含油气特征明显,气测全烃-AC(DEN)、AC(DEN)-RILD 曲线重叠具有明显的包络面,气测形态与烃相对分子量值呈正相关,表明有较好的含油性,定量计算其电阻增大率为 3.8,含油饱和度为 41%,在油气识别图版上位于正常油气层区,测井解释为油气层。

后对油气层射孔测试:12 mm 油嘴 86.31 t/d,气 1500 m<sup>3</sup>/d,含水 2.7%,试油情况与测井解释情况完全相符。

GK\* 井为 GP4 井区白垩系舒善河组第一口发现井,在此基础上,通过进一步综合评价落实,认为白垩系舒善河组是岩性与断背斜共同控制的边水砂岩油藏,井区出油砂体较为发育,油层厚度较大,随后对该区块实现滚动开发,后期部署的开发井均获高产工业油气流。

沙\* -1 井是位于阿克库勒凸起西南斜坡部署的一口评价井,2005 年 8 月完钻。完井后对奥陶系酸压未建产,一直关井。2010 年 2 月,通过老井复查,古近系库姆格列木群具有含油气层特征:顶部物性相当的情况下电阻率是下部标准水层的近 4 倍,AC-RT 交会、双孔隙度重叠法、双地层水电阻率重叠法都具有明显的包络面。通过定量计算,该层孔隙度为 22.2%,含油饱和度为 69%,老井复查后重新评价为油气层。2010 年 5 月对射孔测试,产油 29.77 t/d,产气 720 m<sup>3</sup>/d,微含水,目前产量稳定。

沙\* -1 井测试出油后,通过对其进一步综合评价落实,认为古近系库姆格列木群为断背斜圈闭,并落实其顶面构造及含油气面积叠合图,在构造高部位又部署了开发水平井和滚动勘探井各 1 口,该区块滚动开发取得了较好效果。

(3) 利用测井新技术和方法,对老区浅层实现

探索,扩大含油气范围。

塔河油田浅层大部分井未录井,测井系列也不全,没有岩心分析和取样资料。利用前期碎屑岩层系测井老井复查方法和技术,对其流体性质进行探索识别,以期进一步扩大含油气范围。

### 3 老井复查引发的思考

这些年,随着测井技术的进步,老井复查工作取得了较好的进展,极大地提高了对老探区的认识,开发了新层系,提高低效井、停产井的产量,有效地实现了老区挖潜和新井增产,同时,老井复查形成的油气水层识别技术方法序列对于新井解释也起到了较大作用。

但由于一些井层岩性复杂,井与井之间差别较大,加之测井系列不全,储层参数不清,导致对含液性误判。因此老井复查工作很难做到一步到位,必须通过多学科结合,不断认识、分析和多次解释来实现。如沙\*井白垩系 4 022.5~4 030 m 电阻率  $0.9\sim 1 \Omega \cdot m$ ,声波时差  $85\sim 87 \mu s/ft$ ,中子密度未测,在 RT-AC 交会图版上位于油水同层区,一次复查为油水同层,后对该层射孔测试,供液不足,为干层。该层与下部水层相比,物性要稍好一些,电阻率要略高,但自然电位和自然伽马曲线均显示该层岩性细,重新认识认为电阻率升高是由于受岩性影响,不是含油气导致。

另外,从近几年测井老井复查成果来看,复查

出的很多层都是以前不太受重视的井层,如早期的 T\* 井白垩系和最近天山南地区沙\*井吉迪克组油气层,这给我们一个启示:老井复查应跳出框框,不能总盯着目的层系,应逐步向非目的层系和塔河外围扩散,利用形成的老井复查流程和油气水识别技术方法,对其重新认识,取得更多油气成果。

### 4 结论

1)受多种因素的影响,对井层的认识很难一步到位,因此老井复查必然是一项长期工作,是一个不断认识、分析和提高的过程。

2)测井技术在塔河油田老井复查中得到了较好的应用,它是油田增储上产的一个重要途径,也是老区滚动勘探开发的有效方法。因此,要充分运用测井老井复查评价技术,加大对老区油气藏的认识,努力实现在“老油田”下寻找“新油田”的目标。

致谢:感谢柳建华所长的悉心指导和对本文提出的建设性意见。

#### 参考文献:

- [1] 徐进成,刘行万,陈明胜,等. 老井复查评价技术在赵凹油田的研究与应用[J]. 录井工程,2004,15(4):34-39.
- [2] 徐进成,张社民,刘行万,等. 老井复查评价技术在低孔低渗油气藏中的应用[J]. 海洋石油,2004,24(3):63-65.
- [3] 方锡贤,董传杰,王岚. 老井复查技术方法的应用与探讨[J]. 录井工程,2006,17(增):1-4.

(编辑 徐文明)

(上接第 52 页)

固井质量、射孔优化等,以保证储层尽量少污染,使水平段尽可能多的在油层中穿行,为后期水平井投产奠定良好的基础。

4)水平井开发管理关键技术主要体现在投产初期和后期治理中。合理的工作制度直接影响水平井的开发效果,在后期含水上升后,找堵水及措施配套事关水平井高效开发的时长。

#### 参考文献:

- [1] 张蕾,刘新,刘颖. 水平井技术在低渗透油田的应用[J]. 中外科技情报,1994-2006:12-28.
- [2] 缪明富. 水平井技术发展状况[J]. 钻采工艺,1994,17(3):3-4.

- [3] 翟科军,武波,王琳,等. 塔河油田水平井钻井技术[J]. 钻采工艺,2001,24(3):6-9.
- [4] 张继龙,李春兰. 底水油藏夹层控制模式和剩余油挖潜策略[J]. 油气田地面工程,2010,29(10):30-32.
- [5] 苏义脑. 地质导向钻井技术概况及其在我国的研究进展[J]. 石油勘探与开发,2005,32(1):92-95.
- [6] 刘玉榜,刘华,贺昌华. FEWD 地质导向钻井技术及其应用[J]. 钻采工艺,2006,29(3):102-104.
- [7] 杨勇. 水平井变密度分段射孔水平段长度设计[J]. 石油天然气学报,2008,30(3):123-126.
- [8] 杨军,陈琼. 水平井固井质量的控制措施研究与应用[J]. 石油工业技术监督,2009,25(12):37-40.
- [9] 相建民. 塔里木油田水平井高效开发技术[J]. 石油勘探与开发,2006,33(6):722-728.

(编辑 叶德燎)