

应用试井方法评价注水井调剖措施效果

郭建国* 李新华

(新疆石油管理局百口泉采油厂)

刘曰武

(中国科学院力学研究所)

摘要 利用注水井调剖措施前后测试资料的分析解释成果评价调剖措施效果是试井解释成果应用的一个新发展。文中提出了对比评价的方法,克服了以前仅凭经验决定调剖是否有效的困难,通过20多口井的现场实际资料分析得到了较好的应用效果,对注水井调剖工作具有一定的指导意义。

主题词 注水井 不稳定试井 调剖 效果 评价

前 言

在低渗透油气田的开发过程中,为提高油田的开发效果,早期一般采用注水开发方式,但随着开发时间的延长,层间矛盾日益加剧。目前,影响低渗透油田注水开发效果的原因有:多层开采的油田,由于层间渗透率差异较大,某单层经过长期冲洗,注入水与油井之间形成水窜水槽,造成层间矛盾突出;注水井储层中有天然裂缝发育,天然裂缝一般发育在断裂带附近;由于部分注水井早期多为采油井,大多经过压裂改造,形成了人工裂缝,在采油井转注前裂缝基本处于闭合状态,转注后裂缝张开起导流作用,另外也有在注水过程中形成的人工裂缝。由于注入水单方向指进,致使采油井含水上升过快,部分采油井甚至会出现因过早水淹而停产,从而影响油田的整体开发效果。为减缓油田层间矛盾,可采取诸多措施,如对注水井进行地面及井下分层注水,以及在采油井上进行堵隔水等措施,而油田现场较常用的且行之有效的方法是在注水井上进行调剖,通过注水井调剖改善注水效果。在此基础上,本文利用注水井试井方法,对调剖前后试井资料进行分析对比,验证调剖效果,用不稳定试井曲线特征及解释参数比较直观地对调剖效果进行了正确评价,对油田现场调剖工作具有一定的指导意义。

基 本 原 理

目前,现场采用的调剖方法通常是在注水井井口采用高压泵把一定量的调剖剂聚合物注入油层,在一定压力下,聚合物首先进入裂缝及高渗透层,并沿着阻力相对较小的大孔道及裂缝渗流。在注入一定剂量后关井一定时间,使聚合物在地层压力、温度条件下形成冻胶,并达到堵塞裂缝及降低高渗透层有效渗透率的目的。由于调剖剂的注入,改变了油水分布状况,提高了低渗透层的吸水能力,从而减小层间矛盾。

通过许多现场资料分析可以看出,注水井调剖前后试井压降曲线特征有明显变化,反映的油藏渗流特性参数也有明显差异。对于调剖效果好的井,措施后试井测试曲线的特征变化明显;对于调剖效果不好的井,措施后试井测试曲线的特征没有明显变化。如对于油层存在层间矛盾及裂缝的注水井,在调剖前进行压降测试,其试井曲线一般表现为压裂井及双重介质曲线

* 郭建国,男,工程师,1984年毕业于西北大学地质系,主要从事试井工艺及试井解释工作。地址:新疆克拉玛依市百口泉采油厂油研所,邮政编码:834011。

特征;调剖后由于裂缝堵塞及高渗透层有效渗透率降低,试井曲线均表现为均质介质储层曲线特征。通过曲线形态特征分析对比评价调剖效果,如果曲线特征变化不大,则表明调剖效果差或未成功。

实 例 分 析

例 1:1322 井是百口泉油田克下组(T_2k^1)一口注水井,日注水量 30 m^3 ,1997 年 8 月 27 日压降测试,关井 168 h。1998 年 6 月 27 日调剖,1998 年 8 月 19 日又进行注水井压降测试,措施前压降曲线特征见图 1a,主要表现为:导数曲线早期出现小“驼峰”后下降,之后又上升,形成一个明显“凹陷”,表现出双重介质曲线特征,说明井筒近带储层中有微裂缝发育,在注水时裂缝呈连通网状;措施后压降曲线特征见图 1b,主要表现为:导数曲线出现径向流 0.5 水平直线段,未见裂缝反映,晚期段由于不渗透边界反映影响,造成导数曲线上翘,表现为均质地层曲线特征。

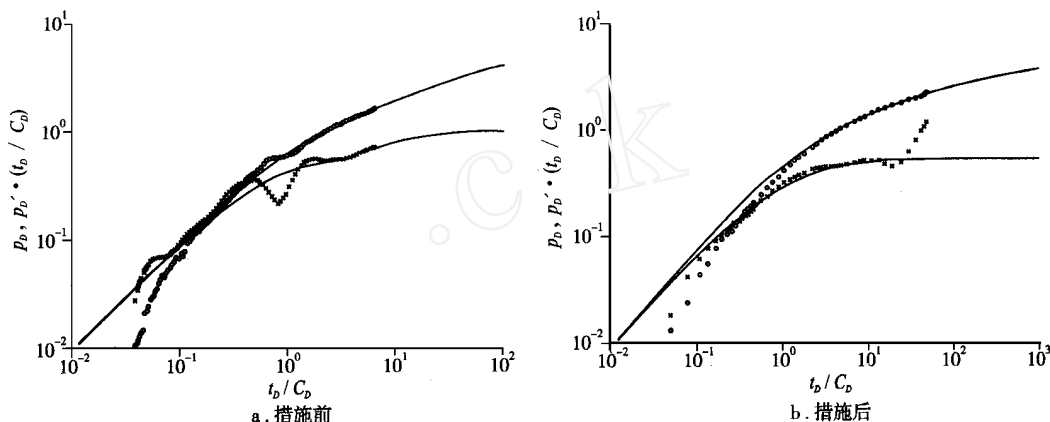


图1 1322井措施前后曲线特征

分析结果:措施前有效渗透率为 $70.2 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,流动系数 $0.0209 \mu\text{m}^2 \cdot \text{m}/(\text{mPa} \cdot \text{s})$,弹性储能比为 0.029,窜流系数为 2.35×10^{-6} ,不渗透边界距离为 145 m;措施后有效渗透率变小,为 $17.9 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,流动系数降低,为 $0.00516 \mu\text{m}^2 \cdot \text{m}/(\text{mPa} \cdot \text{s})$ 。此分析结果表明,措施后井筒近带微裂缝堵塞。措施后该井组的综合含水由调剖前的 83.8% 下降为 74.6%,表明地层动用状况有所改善,说明 1322 井调剖后见到了明显效果。

例 2:1571 井是百口泉油田克上组(T_2k^2)一口注水井,日注水量 60 m^3 。1997 年 3 月 19 日压降测试,关井 170 h,1997 年 4 月 30 日调剖,1997 年 7 月 4 日第二次压降测试。措施前试井曲线在双对数综合图上(见图 2a)主要表现为:早期段由于变井储增大,双对数曲线和导数曲线分开,形成了一个“凹”字,然后双对数及导数曲线呈斜率为 1/2 的平行直线,纵坐标差值为 0.3 对数周期,表现为线性流动特征,晚期段未出现拟径向流直线段。曲线具有压裂井的无限导流垂直裂缝的曲线特征,表征地层中存在一条与井相交的垂直裂缝,并且其导流能力很强。措施后压裂曲线特征消失(见图 2b),双对数及导数曲线呈展开通道形,试井曲线表现为典型的均质曲线特征,早期段基本接近 45° 直线,表明各层吸水均匀畅通,由于关井时间不足,未见到径向流直线段。

分析结果:措施前有效渗透率为 $46.68 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,流动系数 $2.28 \mu\text{m}^2 \cdot \text{m}/(\text{mPa} \cdot \text{s})$,裂缝半长 156.6 m;措施后有效渗透率变小,为 $2.47 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,流动系数降低,为 $0.0411 \mu\text{m}^2 \cdot \text{m}/(\text{mPa} \cdot \text{s})$ 。

s)降低。此分析结果表明,措施前试井解释参数表现的是地层中导流能力很强的裂缝系统特征,措施后解释参数表现的是均质地层特征。措施后井筒近带微裂缝堵塞,该井组的综合含水由调剖前的93.8%下降为81.6%,说明通过调剖该井见到了效果。

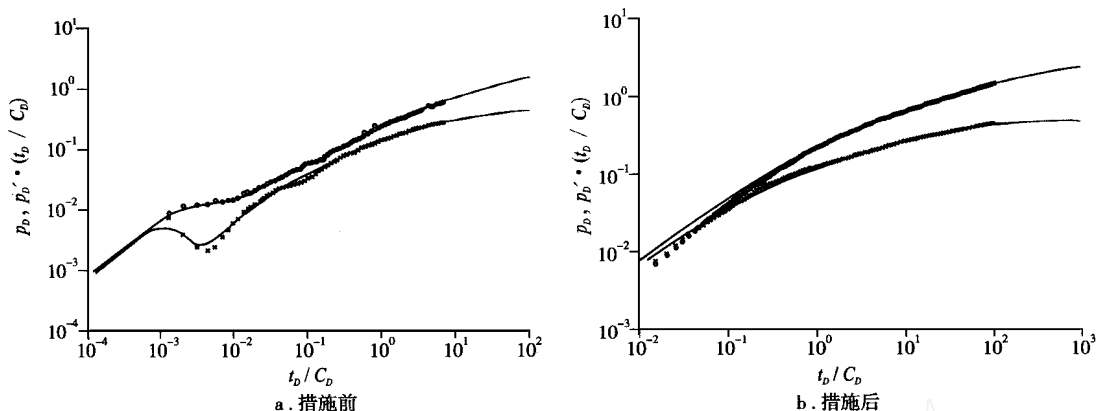


图2 1571井措施前后曲线特征

结论与建议

1. 本文建立了利用注水井调剖措施前后测试资料的分析解释成果进行调剖措施效果评价的方法。该方法对认识油层及评价措施效果,具有较强的实用性和针对性,经现场20余井次的验证对比分析,符合率达90%以上,证明本方法是可行的、科学的。

2. 根据调剖前试井曲线特征及解释参数,结合生产测试等资料,找出水窜的主要原因,指导调剖前的选井工作,避免调剖的盲目性。

3. 根据调剖前试井曲线反映的储层类型及解释成果,确定调剖剂量及控制压力等,以便建立合理的工作制度。

4. 为成功地录取对比资料,要求测试前后均选用同一支压力计,避免测试上的误差。

5. 测试时间要求应足够长,使曲线流动段易分辨,资料解释采用现代试井分析方法,便于前后资料对比。

6. 注水井在测试期间,周围邻井的工作制度应保持不变,以免因井间干扰造成解释成果的多解性。

参考文献

1. 《中国油气井测试资料解释范例》编写组:中国油气井测试资料解释范例,石油工业出版社(北京),1994。
2. 贾永禄,杨学文,郭建国:试井分析中的变井储问题研究,新疆石油地质,1998(4) 19。

本文收稿日期:1999-10-01 编辑:穆立婷

Using Well Test Analysis Result in Formation Protection in Shengli Oilfield. 2000(3)9:37 ~ 40

Zhang Chuanbao, Zhang Dezhi, Li Youquan (Department of Geological Science, Shengli Oilfield)

From the point of well testing, the formation damage situations of a large number of emphasized exploring and developing wells are evaluated. This gives a guide to acidizing and fracturing highly damaged wells. Considering the data of mineral properties and laboratory sensitive experiment, we evaluate the effects of formation protection in Chengdao, Quti and other regions in Shengli Oilfield. The formation protect efficient rised.

Subject heading :well testing ,evaluation ,formation damage ,skin factor ,application

Study on the Gas Formation Damage Evaluation by Using Well Test Technology. 2000(3)9:41 ~ 46

Zhang Yingkui (Department of Exploration and Development, Jilin Petroleum Company)

Gas formation protection is a emphasized problem in gas development, and it is an efficient process for raising high gas production. Formation damage information in Dafangshen gas reservoir is got by analyzing the pressure buildup and the modified isochronal test data. Considering on the drilling information, we have evaluated the formation damage in the whole Dafangshen gas reservoir. The results show that drilling should be finished as well as possible in order to avoid mud getting into the gas formation, and the unreasonable production rate is one of the factors that influence the skin effect.

Subject heading :gas well testing ,pressure buildup analysis ,comprehensive evaluation

Evaluation the Effectiveness of Profile Modification in Water Injection Wells by Using Well Test Analysis Method. 2000(3)9:47 ~ 49

Guo Jianguo, Li Xinhua (Institute of Oil Production, Baikouquan Production Factory, Xinjing Petroleum Administrative Bureau), Liu Yuewu (Institute of Mechanics, CAS)

Evaluation the effectiveness of profile modification in water injection wells by using well test analysis method is a new developed extension use of well test analysis. The evaluation method developed in this paper overcomes the difficulties of empirical method. More than 20 wells' test data have been analyzed and the results are satisfied. The method is a good guide for evaluation the effectiveness of profile modification in water injection wells.

Subject heading :water injection well ,transient testing ,profile control ,effect ,evaluation

·Field Technology ·**PI Decision Technique and Its Applications in the Profile Control of Complicated Blocks Oilfield.** 2000(3)9:50 ~ 53

Guo Zhidong, Quan Peifeng, Fu Changchun (No. 2 Production Factory, Zhongyuan Oilfield)

Applying PI(the surface pressure index of injection well) decision technology and doing well the profile control decision in all blocks, which upgrades the final oil recovery in high water-bearing period of complicated blocks oilfield and reduces the production declines for improving the control water and static data of reservoir. After this technique applied in 53 block, each development targets has been improved. PI decision technique adapts to the needs of the profile control water block off in high water-bearing period for its simple operation and high feasibility. It can obtain the optimal effects of water control by the combination of profile control in full block and tertiary oil recovery.