

# 不稳定试井资料在滚动勘探开发中的应用分析

李朝勇 陆建林 尹太恒 段新建 李宝中

河南石油勘探开发研究院

**摘 要** 不稳定试井能够定量地获取被测试地层和井的有关参数。滚动勘探开发对象复杂, 只有对油藏情况有深入的了解, 才能切实的搞好下步部署和生产工作。通过对部分滚动区块井的测试资料系统解释, 特别是对油藏的污染、边界情况的分析研究, 提高了对油藏的认识程度和滚动勘探开发成效。

**主题词** 不稳定试井 滚动勘探开发 油藏评价 试井解释 边界分析

## 引 言

不稳定试井是了解油藏特性, 进行油藏评价的重要手段之一。随着油田开发程度的不断提高, 综合含水日渐上升, 产量逐年递减, 后备储量不足, 滚动勘探开发工作更显得重要。对油(气)藏特性进行研究是滚动勘探开发过程中的一项基础工

作, 它贯穿勘探开发全过程。因此, 在油田勘探开发的各阶段开展相应的不稳定试井工作是很必要的, 它有利于发现油(气)藏, 确定油(气)藏特征以及优化开采方案等。表 1 列出了各种试井方法所能解释的井和地层有关特性参数。其中在油气勘探评价阶段主要开展中途、地层测试; 在油气田开发阶段主要开展压降、压力恢复、干扰和脉冲试井。

表 1 各种试井方法解释出的地层参数

中途测试(地层测试)	油藏动态、渗透率、表皮效应、裂缝长度、油藏压力、边界
重复(多层)试井	压力剖面
注水井压降试井	油藏动态、渗透率、表皮效应、裂缝长度、边界
压力恢复试井	油藏动态、渗透率、表皮效应、裂缝长度、油藏压力、边界
系统试井	地层破裂压力、渗透率、油藏压力、裂缝长度、边界
干扰和脉冲试井	井间连通性、油藏典型动态、孔隙度、井间渗透率、垂向渗透率
分层油藏测试	各层特性、横向渗透率、垂向渗透率、表皮效应、平均地层压力、边界等

在南阳、泌阳凹陷滚动勘探开发工作中, 主要采用的不稳定试井方法是地层测试。通过近两年对南阳、泌阳凹陷试井资料的应用研究, 结合目标区块的特点, 我们对南阳、泌阳凹陷开展滚动勘探开发的地层测试资料进行了系统的解释研究, 通过应用分析, 效果较好。

本文围绕近年来滚动勘探开发工作的开展, 利用新的解释系统对 1997 年目标区块主力层的测试井资料进行了重新解释及应用分析。

## 应用分析原理

地层打开后, 压力平衡系统受到破坏, 若采用一定的工作制度(流量或压力)进行生产, 在井底将产生一个压力变化带, 随着时间的推移压力变化不

断向井壁四周、地层径向扩展、最后达到新的平衡, 地层压力在达到新的平衡过程中其随时间的变化关系反映了油藏、流体和井的各种特性。地层中流体的这种变化遵循流体力学中的经典渗流理论。对这种压力随时间的变化关系曲线, 采用相应的模型和解释方法进行分析, 可求出地层的各项动态参数, 从而可对油藏作出准确的分析评价, 解决其它静态研究方法(如地质研究、物探解释、测井等)所无法解决的对地层动态特征的认识, 为井的下步工作方案提供直接的依据。

## 应用实例分析

① 实例 1: 张 22 井是南阳凹陷张店鼻状构造Ⅲ断块南 48 井高部位的一口评价井, 1977.1~1981.9m

李朝勇 工程师, 1966 年生。1989 年毕业于西南石油学院石油地质勘查专业, 曾从事试油地质生产及现场生产管理工作, 现从事试油地质、试井分析研究工作。地址: 473132 河南南阳 电话: 0377-3858564

层段测试 results 在流压为 12.29MPa 下, 日产油 26.1m<sup>3</sup>, 解释结果表皮系数为 -3.07, 表明地层未受污染, 解释分析曲线表现为断层和恒压边界特征 (图 1、2), 模拟计算断层距井点 24.9m 和 22m, 油水边界 63m, 表明油藏面积不大, 但有一定的含油高度, 通过后期的试采得到了证实。

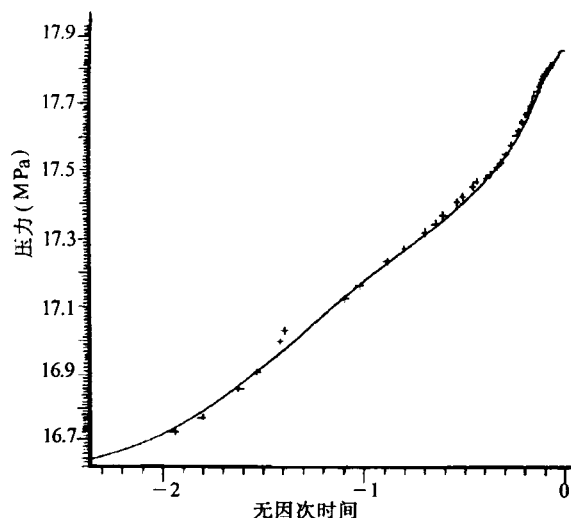


图 1 张 22 井半对数压力历史拟合曲线

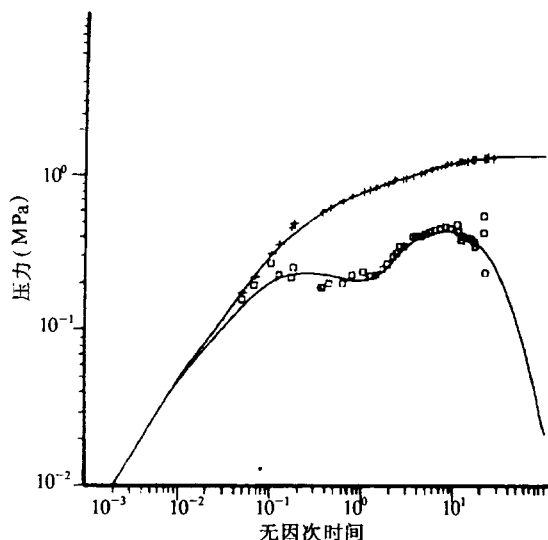


图 2 张 22 井双对数分析曲线

② 实例 2: 南 65 井是南阳凹陷北马庄鼻状构造红 7 井南断块上的一口预探井, 2704.9 ~ 2707.5m 层段测试 results 在流压力为 3.86MPa 下, 日产油 4.43m<sup>3</sup>, 解释结果表皮系数 4.16, 储层受到一定程度污染, 解释分析曲线表现为不渗透边界特征 (图 3、4), 采用相交不渗透边界加变井储模型拟合, 模拟计算边界距井点 23.3m, 6.65m; 2678.5 ~ 2681.9m

层段测试 results 在流压为 19.41MPa 下, 日产油 32.71m<sup>3</sup>, 三开放喷 15.4 mm 油嘴, 流压 10.3MPa, 日产油 29.87m<sup>3</sup>, 解释结果表皮系数为 -2.94, 储层未受到污染, 解释分析曲线出现不渗透边界特征, 采用多个不渗透模型进行拟合, 模拟计算边界距井点 25m、45m、105m, 结合地质资料综合分析, 是近井地带的小断层和岩性尖灭所致。通过部署南 67 井钻探证实了两口井之间存在地震资料无法解释的一条小断层 (见图 5)。

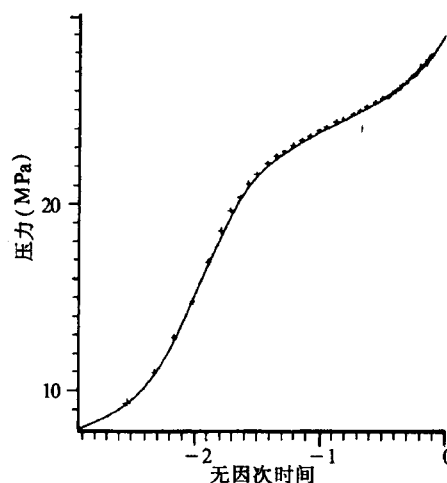


图 3 南 65 井 2704.9 ~ 2707.5m 半对数压力拟合曲线

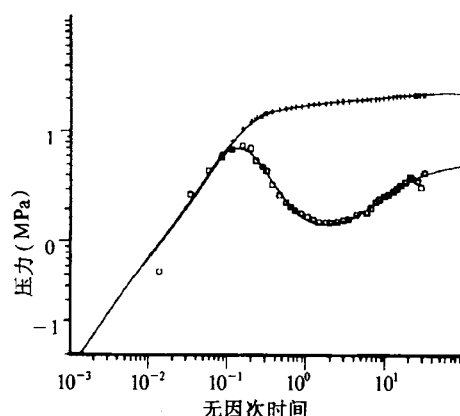


图 4 南 65 井双对数分析曲线

③ 实例 3: E 双 6 井是泌阳凹陷前杜楼鼻状构造南翼的一口滚动探井, 1925.1 ~ 1926.3m 层段测试 results 为油水同层, 在流压 5.41MPa 下, 日产油 3.53m<sup>3</sup>, 水 4.55m<sup>3</sup>, 解释结果表皮系数为 -2.31, 储层未受到污染, 解释分析曲线见图 6、7, 模拟计算边界距井点 7.55m 和 7.62m, 表明地层未受到污染。综合分析认为是岩性变化所致。

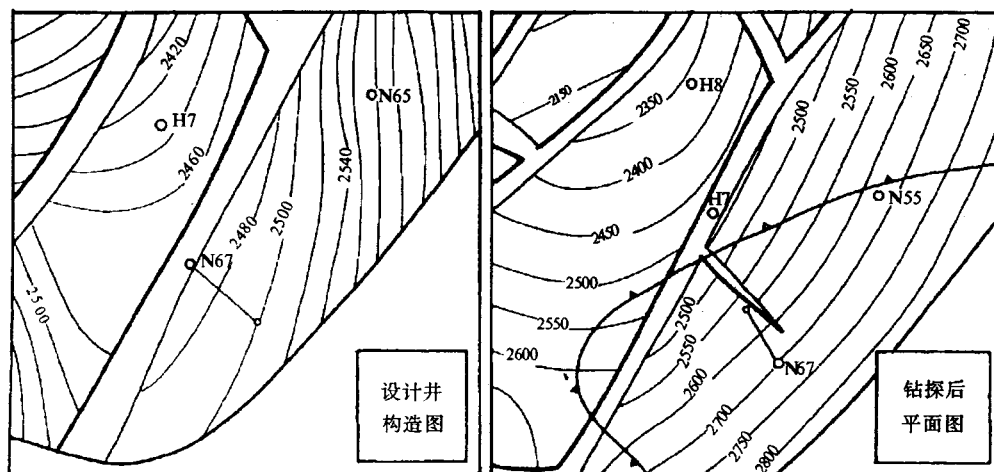


图5 南67井地震解释构造图和钻探后小层平面示意图对比

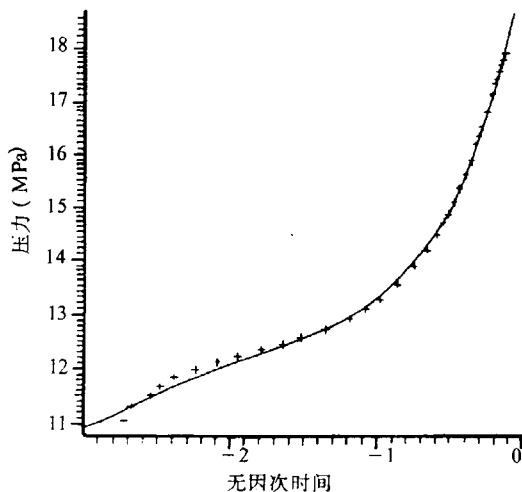


图6 E双6井半对数压力历史拟合曲线

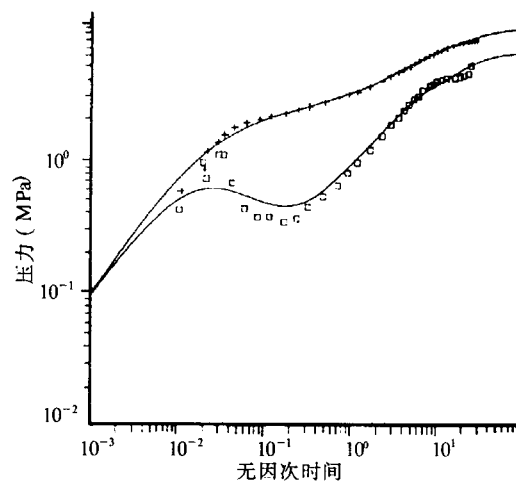


图7 E双6井双对数分析曲线

## 结论及建议

如何发挥试井在油(气)田滚动勘探开发过程中的作用, 本文通过应用分析获得以下几点认识:

1. 试井资料分析是直接提供油藏动态特性的有效手段, 在确定油藏边界, 特别是近井地带的小断层或油水边界等方面有其独到之处, 因此, 在油田滚动勘探过程中应用试井资料成果, 有利于降低风险, 提高效益。

2. 试井资料解释可定量提供油层受污染的程度, 从而可分析地层的真实生产能力和潜力。常规试油无法判断地层当前污染状态, 也就无法判断地层真实生产情况, 不能为进行油层改造措施提供依据, 不利于及时发展和认识油(气)藏。

3. 在新区块、边缘地带, 具备探边试井条件, 应

尽量采用探边试井, 以便搞清油藏边界(包括断层、岩性尖灭、油水边界等), 有利于降低勘探风险, 提高探井或评价井的发现率和成功率, 减少不必要的经济损失。

4. 试井解释成果的准确率与现场测试资料密切相关, 要更好地发挥试井在油气勘探开发过程中的作用, 必须加强现场录取资料的监督管理。

## 参考文献

- 1 M.M.Kamal,D.G.Freyder,M.A.Murray.Use of Transient in Reservoir Management. SPE 28008
- 2 P.S.Hegeman,etc. Well Test Analysis with Changing Wellbore Storage. SPE 21829
- 3 钟松定. 试井分析. 东营: 石油大学出版社, 1991

(收稿 19990530)

(编辑 彭刚)

# ABSTRACTS

Nov. 1999, Vol.13, No.6

## 1 Field Application of Polymer Flooding in Henan Oilfield and Economic Benefits Analysis

*Fan Zhonghai Lü Lianhai*

Polymer flooding is an effective tertiary oil recovery method to improve effects of waterflood development. Commercial application of polymer flooding have been carried out in Shuanghe and Xiaermen oilfields of Henan Petroleum Exploration Bureau leading to large amount of increase in oil production. Daily oil out put increase, water-cut decrease, the estimated term of validity of polymer flooding is 8 years and incremental oil recovery is 9%. Economic evaluation shows that the net present value of polymer flooding remarkably increase compared with that of water flooding and unit production cost decrease. The investment effects of polymer flooding are higher than that of progressive exploration and also higher than that of well pattern thickening in late development period. In case that progressive exploration have no large discoveries and spaces for thickening well patterns get smaller and smaller, commercial application of polymer flooding should be strengthened to slow down decline of oil production and stabilize the development of Henan oilfield.

**Key words:** Henan oilfield, polymer flooding, stimulation effect, economic evaluation, progressive exploration and development, infill well

## 7 Major Negative Reverse Fractures and Their Control over Petroleum in the North of Shaya Uplift, Tarim Basin

*Zhang Pengde Huang Taizhu et al*

Luntai, Yanan and Ya1 and Ya2 fractures in the north of Shaya uplift in Tarim basin are negative reverse

fractures. The main reverse phase of Luntai fracture was Suweiyi-Jidike age of Miocene, while that of Yanan fracture was Early Cretaceous, that of Ya1 fracture was Suiweiyi age of Miocene, that of Ya2 fracture was Late Cretaceous to Early Tertiary. The formation of negative reverse fractures were mainly controlled by local tension stress field and pre-existent structural features. These fractures controlled the forming of structural traps and their barrier conditions and acted as vertical migration paths of oil and gas during the formation of oil pools.

**Key words:** Shaya uplift, (negative reverse fracture), (control over petroleum)

## 17 Application of Transient Well Test Data in Progressive Exploration and Development

*Li Chaoyong Lu Jianlin et al*

Transient well testing can quantitatively measures the relevant parameters of formations and wells. The targets of progressive exploration and development are very complex, and profound understanding of the reservoirs is needed to lay out exploration and development plans. Through systematic analysis of the transient well test data obtained in some progressive exploration and development blocks and study of reservoir contamination and reservoir boundaries, a better understanding of the reservoir is achieved and the effects of progressive exploration and development are improved.

**Key words:** transient well test, progressive exploration and development, reservoir evaluation, well test analysis, boundary analysis

## 20 Residual Oil Distribution in Thick Oil Reservoirs at High Water-cut Stage and Production Potential Tapping in Shuanghe Oilfield

*Li Maigang Zhang Tingpeng et al*

Thick oil reservoirs are highly developed in Shuanghe oilfield. At current high water-cut stage, residual oil distribution in these thick reservoirs are mainly controlled by the completeness of well patterns, formation vertical permeability, depositional features of sand bodies, micro-structure and regional formation pressure. Residual oil enrich in well blocks with incomplete well patterns, in