

# 非均质油层水淹程度对开发效果的影响分析

周桂桢

(中油长城钻探公司,北京 100101)

**摘要** 利用概念模型和数值模拟方法,研究了非均质油层不同水淹程度对开发效果的影响。计算了不同水淹程度对采出程度及含水率的影响。给出了非均质油层组合开发的最大水淹程度。结果表明:当开发时间相同时,未水淹与低水淹油层的组合开发效果最好,中水淹与高水淹的组合开发效果最差;不同水淹组合的单层采出程度差异较大。当含水 98% 时,与水淹程度高的油层组合开发时间短,采收率低。

**关键词** 油层水淹 开发 数值模拟

**中图法分类号** TE341; **文献标志码** B

现代油田的开发主要是通过注水保持地层压力。目前大庆油田进入高含水开发阶段,随着不同层系组合开发的进行,由于不同层系水淹程度不同而引起的采出程度下降的现象已经很明显<sup>[1,2]</sup>。因此对这种现象从理论上进行研究十分必要。田方<sup>[3]</sup>分析了油藏水淹的机理;徐会永等<sup>[4]</sup>结合现场实际的数据研究了稠油油藏开发水淹特征以及剩余油分布特点,给出了辽河油田欢喜岭采油厂欢127中块饱和度数值模拟图和剩余地质储量分布图。目前国内外对于不同水淹程度油层的组合开发每一种水淹类型的单层(特别是水淹程度较高的油层)对整体采出程度及含水率影响的分析研究还比较少。本文利用概念模型和数值模拟方法对不同水淹的油层组合开发生产状况进行模拟研究<sup>[5,6]</sup>,利用图形直观给出不同水淹油层组合开发合层和各个小层采出程度的变化情况,分析了产生变化的原因。

## 1 模型的建立

在五点法井网的注采单元模型,选取注采井距为 175 m。模型在水平方向上划分  $15 \times 15$  的网格,

网格步长为 20.63 m。纵向上划分为渗透率及含水饱和度不同的两层,井位图见图 1。其余参数的选择为:地层孔隙度:0.29;地层含水饱和度:0.45;原始地层压力:10 MPa;注采压差:12 MPa;原油体积系数:1.1;地层水体积系数:1。

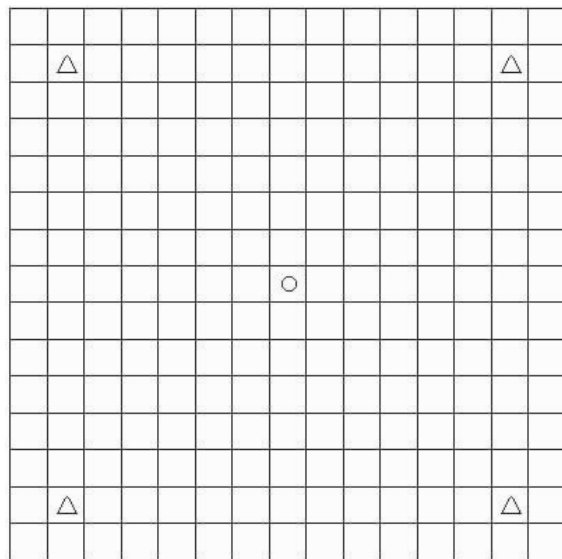


图1 模拟井位图

不同水淹程度的油层的出现是由于油层渗透率不同,注入水在高渗层渗流速度快,见水时间早,水淹程度高,低渗层相反。因此不同水淹程度的油层所对应的渗透率不同。根据油田实际生产情况,模型中不同水淹程度的油层含水饱和度与渗透率

见表 1。

表 1 不同水淹程度对应的油层含水饱和度、渗透率

| 水淹程度 | 油层含水饱和度/% | 油层渗透率/ $\times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ |
|------|-----------|---------------------------------------|
| 未水淹  | 35        | 50                                    |
| 低水淹  | 40        | 100                                   |
| 中水淹  | 55        | 300                                   |
| 高水淹  | 65        | 500                                   |

利用所建立的概念模型模拟中心井在以下条件下的生产情况,对开发效果进行研究分析。

- (1)不同水淹组合开发效果对比;
- (2)固定水淹组合开发效果对比。

2 模拟结果与讨论

2.1 不同水淹组合开发效果对比

模拟不同水淹程度组合油层随着开发时间的推移,采出程度的变化情况,绘制采出程度与开发时间的关系见图 2。

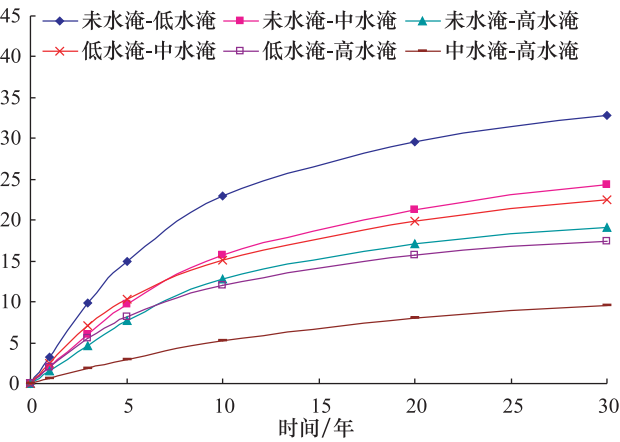


图 2 不同水淹组合油层开发采出程度-时间关系曲线

由图 2 中可以发现,当开发时间固定时,开发效果最好的是未水淹与低水淹的组合,采出程度为 32.78%;开发效果最差的是中水淹与高水淹的组合,采出程度仅为 9.48%。不同水淹组合油层开发效果优劣顺序依次为(1)未水淹与低水淹的组合;(2)未水淹与中水淹的组合;(3)低水淹与中水淹的组合;(4)未水淹与高水淹的组合;(5)低水淹与

高水淹的组合;(6)中水淹与高水淹的组合。产生这种现象的原因,一方面是不同水淹程度的含水饱和度不同,因此所剩的地质储量也不同,相同开发时间时,可以得到的采出程度不同;另一方面由于不同水淹程度所对应的地层渗透率不同,也有渗透率级差的影响。由以上两方面的共同作用产生不同水淹组合的开发效果差异。

2.2 固定水淹组合开发效果对比

模拟不同水淹程度组合油层随着开发时间的推移,采出程度和含水率的变化情况,分别计算每种水淹程度油层组合开发时,合层、水淹程度低的油层以及水淹程度高的油层采出程度、含水率与开发时间的关系,以未水淹-中水淹组合为例,如图 3 所示。

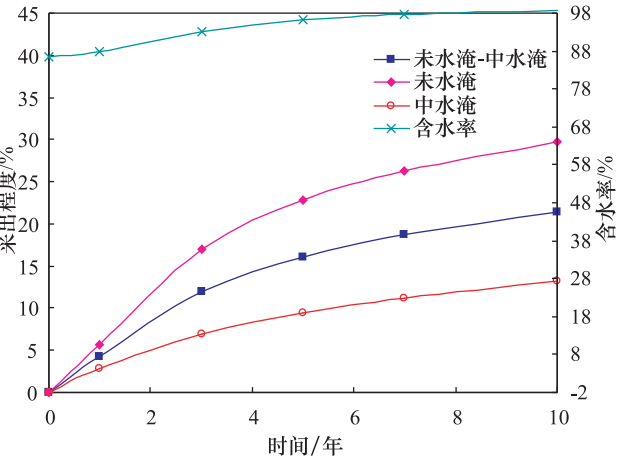


图 3 未水淹-中水淹组合油层组合开发采出程度-时间、含水率-时间关系曲线

当含水率达到 98% 时不同水淹油层组合开发水淹程度低的油层采收率较高,水淹程度高的油层相反。将不同水淹程度油层组合开发对应含水率上升到 98% 的开发时间以及此时合层的采收率、各分层单独的采收率进行整理,结果见表 2。

中水淹与高水淹油层组合开始时含水率就在 98% 以上,因此组合开发没有价值。由表 2 可知:高水淹层对于其他组合油层的采收程度影响较大,不建议组合开发。不同水淹组合每个单层的采收率有很大差异,开发时应选水淹程度相近的层系组合,以获得较好的开发效果。

表 2 不同水淹油层合层及各单层采出程度

|         | 开发<br>时间/年 | 采出程度/% |        |       |
|---------|------------|--------|--------|-------|
|         |            | 合层     | 单层水淹程度 |       |
|         |            |        | 低      | 高     |
| 未水淹-低水淹 | 20         | 34.54  | 34.97  | 34.11 |
| 未水淹-中水淹 | 8          | 19.79  | 27.62  | 11.96 |
| 未水淹-高水淹 | 3          | 10.15  | 18.93  | 1.38  |
| 低水淹-中水淹 | 6.75       | 17.33  | 23.8   | 10.87 |
| 低水淹-高水淹 | 2.5        | 8.37   | 16.09  | 0.86  |

3 结论

(1) 当生产时间固定时,不同水淹组合油层开发效果优劣顺序依次为:未水淹与低水淹的组合、未水淹与中水淹的组合、低水淹与中水淹的组合、未水淹与高水淹的组合、低水淹与高水淹的组合、

中水淹与高水淹的组合。  
(2) 中水淹与高水淹油层组合开发没有价值。开发时应选水淹程度相近的层系组合,以获得较好的开发效果。

参 考 文 献

1 江怀友,李治平,钟太贤,等. 世界低渗透油气田开发现状与展望. 特种油气藏,2009;16(4):13—17  
2 韩大匡,贾文瑞. 中国油气田开发特征与技术发展. 断块油气田, 1996;3(3):1—7  
3 田 方. 油藏水淹机理分析. 国外测井技术,2004;19(4):32—33  
4 徐会永,覃青松. 稠油油藏开发水淹特征及剩余油分布研究. 西南石油大学学报,2008;30(3):89—92  
5 韩大匡,陈钦雷,闫存章. 油藏数值模拟基础. 北京:石油工业出版社,1993;89—262  
6 Fanchi J R. 实用油藏数值模拟方法. 北京:中国石化出版社, 2008;25—134

Anlysis on the Influence of Non-homogeneous Pay Flooding Level  
to Oilfield Development

ZHOU Gui-zhen

(Drilling and Exploration Company of PetroChina, Beijing 100101, P. R. China)

[Abstract] Numerical simulation and conceptual model are used to research the influence of different flooding oil layers to the development effect. The influence of different flooding oil layers to the water cut and recovery percent are calculated and the largest level flooding of non-homogeneous pay is provided. The results show that the best flooding oil layers combination is no-low flooding combination for the oilfield development,the worst one is middle-high combination at a fixed time. The difference of recovery percent of layer which has different flooding degree is large,When the water cut has reached 98% ,the development time of which combined with high flooding level is comparatively short and the recovery ratio of that is comparatively low.

[Key words] oil layer flooding development numerical simulation