

文章编号: 1000-7393(2006)03-0064-04

模糊识别方法在乌里亚斯太凹陷 油藏压裂中的应用*

吕传炳^{1,2} 郭建春¹ 赵金洲¹ 余东合² 张勇²

(1 西南石油大学油气藏地质及开发工程国家重点实验室, 四川成都 610500 2 中国石油华北油田分公司, 河北任丘 062552)

摘要: 乌里亚斯太凹陷油藏为一新开发的断块油田, 在层面上分布很不均匀, 用传统压裂软件无法很好地进行分析。鉴于模糊数学能从模糊中得出规律性, 试图通过对乌里亚斯太前期压裂井参数的统计分析, 用模糊数学方法来分析乌里亚斯太凹陷油藏压裂的选井选层, 对可改变的压裂参数即施工参数进行优选以提高压裂效果。通过乌里亚斯太凹陷油藏投产初期 20 余口压裂井的地层参数、施工参数和改造前后生产数据的统计分析, 寻找压裂井增产规律。在此基础上应用模糊识别数学模型理论指导压裂井的选井选层, 并用该模型进一步优选压裂施工方案和对施工参数敏感性进行分析。实践证明, 该方法简单易行, 提出的选井选层原则与油田实际符合率高; 分析优选出的施工参数及施工方案用实例井计算增产效果较明显, 可作为乌里亚斯太油田今后压裂选井选层及施工的依据。

关键词: 乌里亚斯太; 压裂; 选井选层; 参数优选; 模糊数学

中图分类号: TE357.2 **文献标识码:** A

乌里亚斯太油田位于二连盆地马尼特凹陷东北部, 为一夹持在巴音宝力格隆起和苏尼特隆起之间的西北断东南超的半地堑断陷, 分为南、中、北 3 个次洼, 总长 220 km, 宽 16~20 km, 面积近 3000 km²。乌里亚斯太油田由于地质条件较复杂, 前期压裂效果较差, 低效井比例多, 经济效益不好。2001-2003 年乌里亚斯太地区共进行了 13 口井的压裂施工。压裂效果较好, 其中日增油量在 10 t 以上的有 6 口井, 日增油在 3~10 t 的有 6 口井, 日增油在 3 t 以下的仅 1 口井, 占 7.8%。2004 年乌里亚斯太油藏共进行了 10 口井的压裂施工。其中日增油量在 10 t 以上的有 1 口井, 日增油在 3~10 t 的有 3 口井, 日增油在 3 t 以下的有 6 口井, 占 60%, 效果较差。2005 年计划在该地区进行 9 口井、10 层的压裂施工, 该油田进一步的压裂施工要求提高压裂效果。

为提高压裂效果, 蒋廷学、曹鼎洪等曾应用模糊识别原理进行过压裂选井选层研究^[1,2], 他们的研究成果在油田选井选层中应用效果较好, 但没有拓

展模糊识别在施工参数优化和敏感性分析等方面的应用。笔者根据乌里亚斯太油田几年来压裂井增产规律的数学统计与分析, 立足于模糊识别数学模型方法, 不仅确定了乌里亚斯太油田压裂井的选井选层原则, 更重要的是用模糊识别方法建立了优化压裂施工参数和进行其敏感性分析的方法, 为模糊识别方法在压裂中的应用提供了一种新思维。

1 模糊识别数学模型的建立

应用模糊识别方法进行压裂选井选层及压裂施工分析的原理框图如图 1 所示。

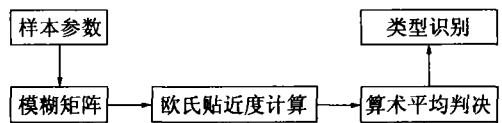


图 1 应用模糊识别理论压裂选井的原理

设 A 是由 $n-1$ 个压裂待选井层 A_1, A_2, \dots, A_{n-1} 及理想的压裂井层 A_n^* 组成的集合, P 是对应于压

*基金项目: 四川省杰出学科带头人培养基金(基金编号: 04ZQ026-052)。

作者简介: 吕传炳, 1964 生。1985 年毕业于西南石油学院石油地质专业, 一直从事油田开发技术研究和管理工作。电话: 0317-

2725406 E-mail: kfb_kb@petrochina.com.cn

裂待选井层 A_1, A_2, \dots, A_{n-1} 及理想的压裂井层 A_n^* 的 m 个特征参数 P_1, P_2, \dots, P_m 组成的集合。由集合 A 到集合 P 的一个模糊关系为 R , 因 A, P 都为有限论域^[3], 故 R 可用矩阵表示为

$$\begin{cases} R = (r_{ij})_{n \times m} & i = 1, 2, \dots, n, j = 1, 2, \dots, m \\ r_{ij} \in (0, 1) \end{cases} \quad (1)$$

其中, r_{ij} 表示压裂待选井层或理想压裂井层 A_i 具有参数 P_j 特征的隶属度。

按最大最小法求集合 A 到集合 P 之间的模糊关系 R ^[4]

$$r_{ij} = \mu(x) = \begin{cases} (x - a_1) \wedge (a_2 - a_1) & a_1 < x < a_2 \\ 0 & x \leq a_1 \\ 1 & x \geq a_2 \end{cases} \quad (2)$$

式中, x 为压裂待选井层或理想的压裂井层的任一特征参数; a_1 为压裂待选井层或理想压裂井层任一特征参数的最小值; a_2 为压裂待选井层或理想压裂井层任一特征参数的最大值。

将模糊矩阵 R_k 划分为 n 个次级模糊矩阵 R_k^* 及 $R_{k2}, R_{k3}, \dots, R_{kn}$ (当 k 取 1, 2 时, R_k 表示理想压裂井层特征参数分别取最小、最大值时的模糊矩阵; R_k^* 及 $R_{k2}, R_{k3}, \dots, R_{kn}$ 分别表示模糊矩阵 R_k 中的理想压裂井层和各压裂待选井层各自特征间的模糊关系)。求解 R_{kj} 与 R_k^* ($j=2, 3, \dots, n; k=1, 2$) 的接近程度, 可采用欧氏贴近度的办法, R_{kj} 与 R_k^* 的欧氏贴近度的计算公式如下

$$\rho(R_{kj}, R_k^*) = 1 - \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m [R_{kj}(P_i) - R_k^*(P_i)]^2} \quad (3)$$

根据欧氏贴近度的计算结果, 就可判断哪些井层适合压裂、优选压裂施工方案和对施工参数进行敏感性分析。

2 理想压裂井层各项特征参数范围的确定

应用模糊识别数学模型进行压裂选井选层及压裂施工分析的实质及关键是先提出理想压裂井层 A_n^* 的特征参数 $\{P_j\}$ 应具有哪些要求, 并将 $\{P_j\}$ 中的各项特征参数作为相应的参照指标。在集合 $\{A_j, j=2, 3, \dots, n\}$ 中综合考虑各种参数, 最接近 A_n^* 对应参照指标的井层, 作为压裂的候选井层^[5]。理想压裂井层各项特征参数的确定是该方法应用效果好坏的关键。根据乌里亚斯太凹陷油藏的特点, 通过压裂井增产规律的数学统计与分析, 讨论压裂增产效果好的井层条件参数及其组合。分析结果见表

1. 表 1 不同特征参数压裂效果及理想井特征参数取值

| 特征参数 | 统计范围 | 统计压裂效果 | | | 理想压裂井参数取值 |
|---------------------|----------------------------|--------|-------------------|-------------------|-----------|
| | | 压裂井数 | 压前平均单井产量 | 压后平均单井产量 | |
| | | ρ | $/t \cdot d^{-1}$ | $/t \cdot d^{-1}$ | |
| 有效厚度 h | $h < 10$ | 1 | 0.48 | 4.5 | 10~39 |
| | $10 \leq h \leq 20$ | 17 | 0.48 | 15.07 | |
| | $h > 20$ | 4 | 0.72 | 34.25 | |
| 孔隙度 ϕ | $\phi < 7$ | 3 | 0.06 | 2.39 | 7~12 |
| | $7 \leq \phi \leq 12$ | 11 | 0.55 | 17.9 | |
| | $\phi > 12$ | 8 | 0.6 | 24.2 | |
| 渗透率 k | $k < 2$ | 3 | 1.8 | 12.98 | 2~24 |
| | $2 \leq k \leq 10$ | 11 | 0.33 | 22.07 | |
| | $10 < k \leq 20$ | 5 | 0.4 | 21.72 | |
| 含油饱和度 s_o | $k > 20$ | 3 | 0.001 | 28.59 | 20~58 |
| | $s_o \leq 20$ | 6 | 0.38 | 2.99 | |
| | $20 < s_o \leq 40$ | 10 | 0.44 | 16.32 | |
| 地层系数 $k \cdot h$ | $s_o > 40$ | 6 | 0.73 | 36.10 | 100~780 |
| | $k \cdot h \leq 100$ | 8 | 0.93 | 11.56 | |
| | $100 < k \cdot h \leq 200$ | 4 | 0.6 | 22.97 | |
| 排量 v_1 | $200 < k \cdot h \leq 400$ | 4 | 0 | 12.54 | 3~3.5 |
| | $400 < k \cdot h \leq 780$ | 1 | 0.01 | 40 | |
| | $v_1 < 3$ | 2 | 1.08 | 5.1 | |
| 砂量 v_2 | $3 \leq v_1 \leq 3.5$ | 17 | 0.52 | 20.35 | 30~50 |
| | $v_1 > 3.5$ | 3 | 0 | 13.87 | |
| | $v_2 \leq 20$ | 2 | 0.09 | 12.15 | |
| 平均砂比 ρ | $20 < v_2 \leq 30$ | 8 | 0.67 | 15.78 | 25~45 |
| | $30 < v_2 \leq 40$ | 6 | 0.49 | 24.45 | |
| | $40 < v_2 \leq 50$ | 6 | 0.42 | 31.68 | |
| 总液量 v_0 | $\rho \leq 25$ | 1 | 2.1 | 9.48 | 200~265 |
| | $25 < \rho \leq 30$ | 4 | 1.32 | 20.79 | |
| | $30 < \rho \leq 35$ | 8 | 0.42 | 18.5 | |
| | $35 < \rho \leq 45$ | 8 | 0.04 | 19.16 | |
| | $\rho > 45$ | 1 | 0 | 3.18 | |
| | $v_0 \leq 170$ | 3 | 0.06 | 8.13 | |
| | $170 < v_0 \leq 200$ | 5 | 0.44 | 13.03 | |
| | $200 < v_0 \leq 245$ | 8 | 0.66 | 20.15 | |
| | $245 < v_0 \leq 265$ | 3 | 0.48 | 32.13 | |
| | $265 < v_0 \leq 320$ | 3 | 0.65 | 16.46 | |

3 压裂选井选层应用

选 5 口压裂井, 其各项特征参数见表 2。理想的压裂井层各项特征参数的范围为: 排量 3~3.55 $m^3 / m \cdot d$; 砂量 30~50 m^3 ; 砂比 25%~45%; 总液量 200~265 m^3 ; 层厚 10~40 m; 孔隙度 7%~18%; 渗透率 (2~24) $\times 10^{-3} \mu m^2$; 含油饱和度 20%~58%; 地层系数 (100~780) $\times 10^{-3} \mu m^2 \cdot m$ 。

理想的压裂井层, 其各项特征参数分别取最低和最高界限 2 个值, 分别按公式 (2) 计算出集合 A 到集合 P 之间的模糊关系 R_k ($k=1, 2$) 为

$$R_1 = \begin{bmatrix} 0.459 & 0.157 & 0 & 0.222 & 0 & 0.071 & 0.005 & 0.226 & 0.955 \\ 0.704 & 1 & 1 & 0.844 & 0.354 & 0.181 & 1 & 0.468 & 1 \\ 0.694 & 0.523 & 0.061 & 1 & 1 & 0.687 & 0.028 & 0.240 & 0.119 \\ 0 & 0 & 0.207 & 0 & 0.754 & 0 & 0.613 & 0 & 0.887 \\ 0.622 & 0.156 & 0.140 & 0.264 & 0.477 & 0.186 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0.241 & 0.414 & 0.257 & 0.308 & 1 & 0.842 & 0.254 & 0.797 \end{bmatrix}$$

表 2 5口压裂式样井各项特征参数

| 井号 | 排量 $m^3 \cdot min^{-1}$ | 砂量 m^3 | 砂比 % | 总液量 m^3 | 层厚 m | 孔隙度 % | 渗透率 $10^{-3} \mu m^2$ | 含油饱和度 % | 地层系数 $10^{-3} \mu m^2 \cdot m$ |
|---------|----------------------------|-------------|---------|--------------|---------|----------|--------------------------|------------|-----------------------------------|
| 太 57 | 3 24 | 50 0 | 49 4 | 270 | 14 6 | 8 25 | 14 25 | 31 77 | 208 0 |
| 太 17 | 3 23 | 38 7 | 26 5 | 287 | 23 0 | 14 | 2 28 | 20 69 | 52 4 |
| 太 61(3) | 2 55 | 26 3 | 30 0 | 175 | 19 8 | 6 19 | 9 49 | 9 03 | 188 0 |
| 太 29 | 3 16 | 30 0 | 28 4 | 205 | 16 2 | 8 3 | 1 94 | 57 6 | 31 4 |
| 太 55 | 3 53 | 32 0 | 35 1 | 204 | 14 0 | 17.56 | 12 3 | 21 36 | 172 2 |

$$R2 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 808 & 0 & 800 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 690 & 1 & 1 & 0 & 844 & 0 & 024 & 0 & 174 & 0 & 558 & 0 & 464 & 0 & 236 \\ 0 & 680 & 0 & 523 & 0 & 1 & 0 & 360 & 0 & 661 & 0 & 015 & 0 & 238 & 0 & 028 \\ 0 & 0 & 0 & 155 & 0 & 0 & 232 & 0 & 0 & 342 & 0 & 0 & 209 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 610 & 0 & 156 & 0 & 083 & 0 & 264 & 0 & 088 & 0 & 179 & 0 & 0 & 992 & 0 \\ 0 & 980 & 0 & 241 & 0 & 376 & 0 & 257 & 0 & 0 & 963 & 0 & 470 & 0 & 252 & 0 & 188 \end{bmatrix}$$

其中, R_1 、 R_2 分别为理想井取最小、最大值时的模糊矩阵。按公式(3)分别计算出 R_1^* 与 R_{1j} ($j=2, 3, 4, 5, 6$)、 R_2^* 与 R_{2j} ($j=2, 3, 4, 5, 6$)之间的欧氏贴近度值分别为

$$\begin{aligned} \rho_{12} &= (R_1^*, R_{12}) = 0.281 & \rho_{13} &= (R_1^*, R_{13}) = 0.388 \\ \rho_{14} &= (R_1^*, R_{14}) = 0.613 & \rho_{15} &= (R_1^*, R_{15}) = 0.781 \\ \rho_{16} &= (R_1^*, R_{16}) = 0.512 & \rho_{22} &= (R_2^*, R_{22}) = 0.457 \\ \rho_{23} &= (R_2^*, R_{23}) = 0.492 & \rho_{24} &= (R_2^*, R_{24}) = 0.119 \\ \rho_{25} &= (R_2^*, R_{25}) = 0.272 & \rho_{26} &= (R_2^*, R_{26}) = 0.414 \end{aligned}$$

其中, R_1^* 、 R_2^* 分别为理想井取最小和最大值时其参数间的模糊关系。 R_{1j} 、 R_{2j} 分别为理想井取最小、最大值时对应模糊矩阵中各井参数间的模糊关系。

每口井取 2个欧氏贴近度的算术平均值作为每

表 4 太 29井压裂方案参数及欧氏贴近度值

| 方案 | 层厚 m | 孔隙度 % | 渗透率 $10^{-3} \mu m^2$ | 含油饱和度 % | 地层系数 $10^{-3} \mu m^2 \cdot m$ | 排量 $m^3 \cdot min^{-1}$ | 砂量 m^3 | 平均砂比 % | 总液量 m^3 | 欧氏贴近度值 |
|----|---------|----------|--------------------------|------------|-----------------------------------|----------------------------|-------------|-----------|--------------|--------|
| 1 | 16 2 | 8 3 | 1 94 | 57 6 | 31 4 | 3 4 | 40 | 31 3 | 260 | 0 415 |
| 2 | 16 2 | 8 3 | 1 94 | 57 6 | 31 4 | 3 0 | 20 | 26 5 | 286 | 0 304 |
| 3 | 16 2 | 8 3 | 1 94 | 57 6 | 31 4 | 3 2 | 30 | 24 0 | 196 | 0 482 |

从表 4可以得出, 施工方案 3的欧氏贴近度值最大为 0.482 所以优先使用方案 3的施工参数进行施工。

5 施工参数敏感性分析

5.1 分析

以太 29井为例, 多次改变太 29井的排量、砂量、砂比、总液量等施工参数, 依据模糊识别模型分析各个参数对压裂效果的影响, 得出各种施工参数对压裂效果影响的敏感性(见图 2)。

口井对应的欧氏贴近度值, 与压裂后的增产效果列于表 3中。

表 3 5口式样井压裂后增产效果对比

| 井号 | 太 57 | 太 17 | 太 61(3) | 太 29 | 太 55 |
|--------------------------|-------|-------|---------|-------|-------|
| 欧氏贴近度值 | 0 419 | 0 445 | 0 366 | 0 526 | 0 463 |
| 压前产油量 / $t \cdot d^{-1}$ | 0 | 1 94 | 0 05 | 3 16 | 0 |
| 压后产油量 / $t \cdot d^{-1}$ | 3 18 | 6 2 | 0 71 | 53 2 | 41 3 |
| 日增油量 / $t \cdot d^{-1}$ | 3 18 | 4 26 | 0 66 | 50 04 | 41 3 |

从表 3看出, 压裂增油量基本上与欧氏贴近度值大小成比例, 结合式样井的实际压裂效果, 该地区一般将欧氏贴近度值大于 0.41的井层作为压裂的首选井层。

4 压裂施工方案优选应用

依据该模型分析得出井层压裂可行后, 还可以应用该模型优选压裂施工方案。以太 29井为例: 只改变该井的压裂施工参数, 地层参数不变, 分别列出了 3种压裂施工方案。依据所建立的模糊识别数学模型, 压裂井特征参数和施工方案优选结果见表 4。

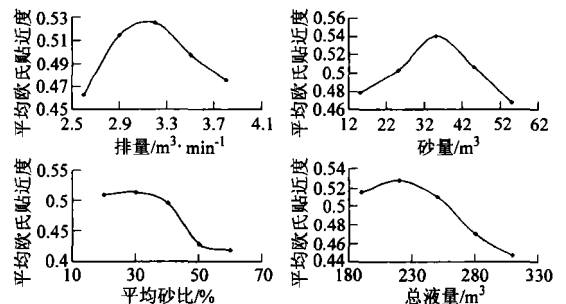


图 2 施工参数敏感性分析

由图 2可知, 各种施工参数对压裂效果的影响

并不是越大越好。对于太 29 井, 随排量、砂量、砂比、总液量的增加, 欧氏贴近度值先增加后降低, 说明压裂效果先变好后变差。从图 2 可得出各种施工参数对压裂效果的影响有一最优值: 排量为 $3.1 \text{ m}^3/\text{min}$, 砂量为 33 m^3 , 砂比为 30%, 总液量为 220 m^3 。

5.2 应用

据敏感性分析的结果, 太 29 井的最优施工参数为: 排量 $3.1 \text{ m}^3/\text{min}$, 砂量 33 m^3 、砂比 30%、总液量 220 m^3 。结合太 29 的地层参数进行选井选层计算。压裂施工后, 欧氏贴近度值由敏感性分析前的 0.526 增加到 0.539, 即压裂效果变好, 说明用该模型分析结果较好。

6 结论及认识

(1) 从应用结果看, 统计方法得出的理想压裂井层各项特征参数范围是可信的, 可作为一段时期内乌里雅斯太油藏压裂选井选层的理想参数, 结合研究应用模糊识别模型对乌里雅斯太油藏及类似油田的压裂施工有积极的意义。

(2) 施工方案的优选在地层参数不变的情况下, 根据每种方案与理想压裂井参数的欧氏贴近度来判断。通过对已压裂井的论证, 优选出了一种施工方案。对选择压裂施工方案具有一定的指导意义。

(3) 从敏感性分析可以看出, 施工参数并不是越大越好, 对于每口井来说, 施工参数都有各自不同的最优值, 将分析得出的最优施工参数用该模型预测, 结果较好, 说明用该模型对压裂施工具有一定的指导作用。

(4) 随着油田开发时间的延长, 压裂井理想参

数会发生变化; 考虑的参数越多, 按模糊理论求得结果的可信度越高。因此, 在今后的应用中, 继续研究确定压裂选井主要影响因素的方法, 要进一步根据乌里雅斯太油藏的实际情况, 不断摸索, 使模糊识别方法在选井选层及施工参数及其组合优选上的应用更具科学性、合理性。

(5) 理想压裂井参数范围是模糊识别模型预测准确性高低的关键, 在以后的工作中, 要不断根据取得的压裂井资料更新理想井参数范围, 使预测结果更加可靠。

参考文献:

- [1] 蒋廷学. 重复压裂选井选层的模糊识别方法[J]. 石油钻采工艺, 1997, 19(3): 60-62
- [2] 曹鼎洪. 模糊识别方法在葡萄花油田压裂选井选层中的应用[J]. 世界地质, 2004, 23(4): 371-375
- [3] 胡博仲. 大庆油田高含水期稳油控水采油工程技术[M]. 北京: 石油工业出版社, 1997: 2-6
- [4] 熊钰, 孙雷, 孙良田, 等. 沈 84 块高凝油注水开发效果模糊综合评价[J]. 特种油气藏, 2001, 8(3): 49-52
- [5] 郭秀英, 张泡云. 油(气)田开发方案优选的模糊决策方法[J]. 西南石油学院学报, 2002, 24(2): 71-74
- [6] 刘秀婷, 杨军, 程仲平. 用模糊层次评判法优选稠油开发规划方案的探讨[J]. 石油勘探与开发, 1996, 23(5): 50-52
- [7] 陈锋, 胡上序, 俞蒙槐. 基于遗传算法的模糊模式分类法在油样属性分析中的应用[J]. 石油实验地质, 1999, 21(2): 170-174

(收稿日期 2006-03-28)

[编辑 付丽霞]

pump. Analyzed height of level and control range calculated by software, calculated after value of rotate speed and realized the closed loop control by control device. Apply to 5 wells in Daqing Oilfield shows that the errors of level height less than 50 meters and realized the purpose of control level height by screw pump.

Key words screw pump; constant liquid level; control; torque

LUO Min, Daqing Petroleum Institute, Daqing 163318, Heilongjiang, China

Study on relationship between bottom water and interbed of heavy oil during steam stimulation ZHAO Ming chen, WU Xiao dong, XI Chang feng, MA Chun hong, DONG Yang. *ODPT* 2006 28(3): 56-58

Abstract Steam stimulation belongs to depletion production. In contrast with normal inject water development, the pressure decrease of it is great, so it is easier to cause bottom water coning and flood hydrocarbon zone, and the utilization efficiency of hydrocarbon zone and recovery of reservoir will also be decreased. In view of general analytic method can't describe this effect quantitatively. Based on principle of bottom water coning and by-passing of interbed, used numerical simulation method of three phases with two components, combined with actual production data, studied effect and relationship of bottom water and interbed to steam stimulation effectiveness of heavy oil reservoir with bottom water. This result can give some construction to development of bottom water heavy oil reservoir.

Key words steam stimulation; bottom water reservoir; interbed; bottom water coning; numerical simulation

ZHAO Ming chen^{1,2}, 1. China Petroleum University, Dongying 257061, Shandong, China; 2. Dongxin Oil Production Plant, Shengli Oilfield Company, Dongying 257094, Shandong, China

Improving well productivity through sand management WANG Zhi zhong, TIAN Hong, DENG Jin gen, TANG Shao bing, SHI Li juan. *ODPT* 2006 28(3): 59-63

Abstract Sand management is a new concept different from cold production and traditional sand control technique. It permits some sand to be produced to surface with fluid through reliable analysis and effective monitoring of sand influx. This technology can improve well productivity because of self cleanup associated with the episodic sand bursts that take place. This paper analyses the sand production mechanism and its influence on formation porosity and permeability, presents some field cases that applied sand management to increase well production rates, and discusses the anal-

ysis and design tools that are needed for sand management. Ideas on how to apply sand management to improve well productivity in unconsolidated sandstone reservoir in our country are put forward.

Key words sand management; porosity and permeability; technical risk; feasibility; unconsolidated sandstone reservoir; application cases; prospect analysis

WANG Zhi zhong, China University of Petroleum, Beijing 102249, China

Application of fuzzy recognition method to Wuliyastai depression reservoir fracturing LV Chuan bing, GUO Jian chun, ZHAO Jin zhou, YU Dong he, ZHANG Yong. *ODPT* 2006 28(3): 64-67

Abstract Wuliyastai depression reservoir is a new developed oilfield, and its bed plane distribution is unequal, it's can't be analyze perfectly by tradition fracturing software. In view of fuzzy recognition can get regularity from ambiguity things, analyzed fracture parameters of Wuliyastai reservoir, and selected fracturing wells and layers of it, optimized working parameters to enhance fracture effect. Statistical and analyzed formation parameters, working parameters and production data of 20 wells before fracturing and after fracturing, looking for stimulate regular of fracturing. From this, use fuzzy recognition model to select well and layer of fracturing, and optimize sensitivity of working schemes and parameters by it. Applications show that this method is simple and easy to do, select wells and layers of fracturing can fit well with the actual of oilfield, and selected working parameters and schemes have well stimulation effect. It can be used as fracturing directions of Wuliyastai Oilfield.

Key words Wuliyastai; fracturing; select well and layer; parameter optimization; fuzzy mathematics

LV Chuan bing^{1,2}, 1. State Key Laboratory of Oil and Gas Reservoir Geology and Exploitation, Southwest Petroleum University, Chengdu 610500, Sichuan, China; 2. Huabei Oilfield Company, Renqiu 062552, Hebei, China

Discussion of water hammer and measure to reduce water hammer pressure about hard shut in LUO Fa qian, HE Shim ing, HUANG Zhen, LI Rong, FAN Xing liang, CHEN Yuan ru. *ODPT* 2006 28(3): 68-70

Abstract The Engineering importance to solution water hammer of hard shut in has been obtained from comparing the advantages and disadvantages of all sorts of shut in. The hammer of water pressure is not ignorable, and must take steps to avoid of it. The propagation speed calculating formula of water hammer pressure wave has been conducted based on the analysis of water hammer pressure wave speed of three phase flow